



RAPPORT LNR 4951-2005



Kan vannkvaliteten i Vansjø bli bedre ved å endre manøvreringsreglementet?

Teoretisk utredning og forslag til program for praktisk uttesting



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Kan vannkvaliteten i Vansjø bli bedre ved å endre manøvreringsreglementet? Teoretisk utredning og forslag til program for praktisk uttesting	Løpenr. (for bestilling) 4951-2005	Dato 15. februar 2005
	Prosjektnr. Undernr. O-24311	Sider Pris 32
Forfatter(e) Eva Skarbøvik, Tom Andersen, NIVA Lars-Evan Pettersson, NVE Hans Olav Eggestad, Jordforsk Åge Brabrand, Laboratorium for ferskvannsøkologi og innlandsfiske (LFI).	Fagområde Ferskvann	Distribusjon Fri
	Geografisk område Østfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Moss kommune og Morsaprojektet	Oppdragsreferanse Jens Terkelsen og Helga Gunnarsdottir
---	---

Sammendrag

Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Hydrologisk avdeling ved Norges vassdrags og energidirektorat (NVE), Jordforsk og Laboratorium for ferskvannsøkologi og innlandsfiske ved Universitetet i Oslo (LFI) har gjennomført en teoretisk utredning om muligheten av å endre manøvreringsreglementet for Vansjø og hvilke virkninger dette kan ha for vannkvalitet, fisk og jordbruk. Det er også skissert et praktisk program for uttesting av konsekvenser av ulike manøvreringsregimer. De foreslåtte endringene i manøvreringsreglementet omfatter høyere vannstand om våren med påfølgende mulighet for økt uttapping og bevegelse i vannmassene om sommeren. Det kan ikke fastslås at et slikt endret manøvreringsreglement vil gi en varig forbedring av vannkvaliteten i innsjøen, men det er mulig at uttappinger om sommeren kan gi kortvarige bedringer av vannkvaliteten, og særlig da i strekningen fra Vanemfjorden og ned til Moss. Imidlertid er det en fare for at vannkvaliteten også kan bli forverret i perioden etter en uttapping, bl.a. ved ny oppblomstring av alger.

Fire norske emneord 1. Manøvreringsreglement for magasin 2. Eutrofiering 3. Algeoppblomstring 4. Vannkvalitet	Fire engelske emneord 1. Reservoir regulation schedule 2. Eutrophication 3. Algal blooms 4. Water quality
--	--


 Eva Skarbøvik
 Prosjektleder


 Stig A. Borgvang
 Forskningsleder


 Øyvind Sørensen
 Prosjektleder

Kan vannkvaliteten i Vansjø bli bedre ved å endre manøvreringsreglementet?

Teoretisk utredning
og
Forslag til program for
praktisk uttesting

Februar 2005



Forord

I henhold til Handlingsplan for Morsa og etter anmodning fra Hovedstyret for Morsaprojektet ble det 21. juni 2004 avholdt et informasjonsmøte om manøvreringsreglementet for Vansjø mellom Norges vassdrags og energidirektorat (NVE), Vansjø-kommunene, Vansjø grunneierlag, MOVAR, Petterson Linerboard AS og Morsaprojektet. På møtet tok Moss kommune initiativ til at Morsaprojektet skulle bestille og organisere en utredning for å belyse om en endring av manøvreringsreglementet kan ha positive virkninger på forurensingssituasjonen i vestre og nedre Vansjø.

Prosjektleder for Morsaprojektet Helga Gunnarsdottir innkalte til et informasjonsmøte den 21. oktober hvor representanter fra Fylkesmannen i Østfold, Vansjø-kommunene, MOVAR, Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Hydrologisk avdeling ved NVE og Jordforsk deltok. Referat fra møtet er gjengitt i Vedlegg 1 i denne rapporten. Etter møtet utarbeidet NIVA i samarbeid med Morsaprojektet et forslag til prosjektbeskrivelse og budsjett for prosjektet. Moss kommune har finansiert prosjektet.

Prosjektet har blitt gjennomført ved et samarbeid mellom NIVA, NVE Hydrologisk avdeling, Jordforsk og Laboratorium for ferskvannssøkologi og innlandsfiske (LFI) ved Universitetet i Oslo. NIVA har hatt prosjektledelsen. Prosjektet ble startet opp i desember 2004. Tidsplanen for prosjektet har vært betinget av at utredningen skal danne utgangspunkt for en søknad fra Moss kommune til NVE om en midlertidig endring av manøvreringsreglementet for å teste ut virkninger av dette i praksis. Denne søknaden må være NVE i hende innen 1. mars 2005.

Ved et informasjonsmøte den 1. februar 2005 ble de foreløpige resultatene fra utredningen presentert for bl.a. oppdragsgiver, brukerinteresser og Konesjons- og tilsynsavdelingen ved NVE. Referat fra møtet er gjengitt i Vedlegg 2. Det er tatt høyde for tilbakemeldingene fra dette møtet i utredningen.

Prosjektgruppen har i løpet av prosjektet fått informasjon fra flere kilder som fortjener takk for velvillig tidsbruk og innhenting av data. Dette gjelder bl.a. Moss kommune, MOVAR og Peterson Linerboard AS. Videre har Ingun Samdal fra Veterinærinstituttet bidratt med informasjon om virkningen av ferskvannsalger i fjordområder; Tuomo Salaranta ved NIVA har tilrettelagt dybdekartet for Vansjø; og Jens Kristian Tingvold ved Glommen og Laagen Brukseierforening har oversendt data og informasjon om manøvreringsreglementet. Prosjektleder for Morsaprojektet, Helga Gunnarsdottir, har bidratt med verdifulle opplysninger og diskusjoner underveis i prosjektet.

Oslo, 2005

Eva Skarbøvik

Innhold

<i>Forord</i>	3
<i>Innhold</i>	4
<i>Sammendrag</i>	5
<i>Summary</i>	6
<i>DEL I. Utredning</i>	7
<i>1. Innledning</i>	7
1.1 Bakgrunn.....	7
1.2 Prosjektets hensikt og innhold	7
1.3 Manøvreringsreglementet for Vansjø.....	8
1.4 Vannuttak fra Vansjø og/eller Mosseelva	9
1.5 Nyere utredninger og vurderinger av reglementet.....	10
<i>2. Hydrologi, vanngjennomstrømning og tappestrategier</i>	14
2.1 Hydrologi i Hobølelva, Mosseelva og tilførselsbekker	14
2.2 Hydrologi i Vansjø.....	16
2.3 Potensiale for uttapping og påfylling.....	19
<i>3. Mulige virkninger av høyere vannstand om våren og sommeren</i>	21
3.1 Flomfare	21
3.2 Virkninger for landbruksnæringen	21
<i>4. Mulige virkninger av økt uttapping gjennom sommerhalvåret</i>	23
4.1 Konsekvenser for jordbruket	23
4.2 Konsekvenser for vannkvaliteten.....	23
4.3 Konsekvenser for fisk.....	25
4.4 Lav sommervannstand – andre konsekvenser	26
<i>5. Konklusjoner</i>	28
5.1 Tappestrategier, hydrologiske begrensinger og muligheter	28
5.2 Vannstand om våren og flomfare.....	28
5.3 Sannsynligheten for å få bedret vannkvalitet ved endret manøvrering	28
5.4 Anbefalinger om andre undersøkelser enn de som er gitt i Del II	29
<i>6. Referanser</i>	30
<i>Del II Forslag til uttesting av endret manøvreringsreglement</i>	31
<i>Vedlegg</i>	33
Vedlegg 1 Referat fra informasjonsmøte 21. oktober 2004	34
Vedlegg 2 Referat fra informasjonsmøte 1. februar 2005	37

Sammendrag

Vansjø er en eutrof innsjø hvor vannkvaliteten i de siste årene har utviklet seg i klar negativ retning (se f.eks. Lyche Solheim *et al.* 2004). Et mulig tiltak for å snu denne utviklingen er å endre manøvreringsreglementet for innsjøen. For å undersøke dette nærmere fikk Norsk institutt for vannforskning (NIVA), i samarbeid med Hydrologisk avdeling ved Norges vassdrags og energidirektorat (NVE), Jordforsk og Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske ved Universitetet i Oslo (LFI), i oppdrag av Moss kommune og Morsa--prosjektet å utrede om en eventuell endring i manøvreringsreglementet kan ha positiv effekt på vannkvaliteten i innsjøen. Det skulle også foreslås et praktisk program for en uttesting av virkninger på vannkvaliteten under ulike manøvreringsregimer. Utredningen har tatt for seg vassdragets hydrologi, samt konsekvenser av et endret manøvreringsreglement for vannkvalitet, fisk og jordbruk.

De foreslåtte endringene i manøvreringsreglementet omfatter en høyere vannstand om våren/forsommeren, noe som igjen vil gjøre det mulig å få en større gjennomstrømning gjennom innsjøen om sommeren, enten ved å slippe ut relativt mye vann i korte perioder, eller ved å sørge for en jevn vannstrømning gjennom sjøen. Utredningen har også sett på muligheten av å tappe under nåværende laveste regulerte vannstand (LRV) om sommeren. En slik manøvrering vil selvsagt avhenge av vassdragets hydrologi det gjeldende år. De hydrologiske beregningene viser at flaskehalsen i en uttapping om sommeren er muligheten for å få fylt opp innsjøen igjen. Særlig i tørre somre vil dette kunne bli et problem, da påfylling til en akseptabel vannstand i verste fall ikke vil skje før til høsten. Denne utfordringen kan muligens løses ved å benytte NVEs prognosetjeneste for vannføring i Hobøelva. Ved å tappe relativt kraftig mot slutten av en godværsperiode og *før* en prognosert vannføringsøkning, fortrinnsvis med østlig vindretning som kan hjelpe til å føre algene mot Mosseelva, antas det at man kan oppnå en viss fjerning av alger og samtidig unngå langvarige lave vannstander i innsjøen.

Rent bortsett fra faren for oversvømmelser vil en høy vannstand om våren kunne bli problematisk for landbruket, men omfanget av dette må vurderes nærmere i en oppfølgende undersøkelse. En utsprenkning av løpet fra Vanemfjorden ned mot demningen for å bedre tappekapasiteten, som utredet av NVE (NVE 1992), anbefales ikke revurdert før eventuelle uttestinger av endret manøvrering er gjennomført. Det anbefales også at det utføres en kostnytte analyse av en utsprenkning for flommer med ulike gjentakintervaller.

Det kan ikke fastslås at et endret manøvreringsreglement vil gi en varig forbedring av vannkvaliteten i innsjøen. Det er imidlertid mulig at kortvarige forbedringer av vannkvaliteten kan oppnås, og særlig da i strekningen fra Vanemfjorden og ned til Moss. En slik forbedring kan være ønskelig for fritidsinteresser. Det må imidlertid tas høyde for at vannkvaliteten kan bli forverret igjen i perioden etter uttappingen pga. ny oppblomstring av alger. Av fiskeribiologiske grunner bør ikke nedtapping gjennomføres i mai-juni.

Utredningen er basert på den erfaring og kompetanse som prosjektgruppen samlet innehar, samt opplysninger som har vært hentet inn underveis i prosjektet fra databaser, eksisterende rapporter og brukerinteresser. Det har ikke vært anledning til å gjennomføre kompletterende undersøkelser.

Summary

Title: Can a change in the regulation schedule improve the water quality of Lake Vansjø, Eastern Norway?

Year: 2005

Authors: Eva Skarbøvik, Tom Andersen, Lars-Evan Pettersson, Hans Olav Eggestad, Åge Brabrand.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 82-577-4645-2

The Norwegian Institute for Water Research (NIVA), the Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE), the Norwegian Centre for Soil and Environmental Research (Jordforsk), and the Freshwater Ecology and Inland Fisheries Laboratory at the University of Oslo (LFI) have carried out a theoretical study on the consequences of a change in the regulation schedule of Lake Vansjø, Eastern Norway.

Lake Vansjø is a eutrophic lake, and its water quality has deteriorated in the latter years, with high nutrient levels and algal blooms. Several mitigation efforts have been suggested to improve the lake's negative development, of which one is to change the current regulation schedule of the lake. The lake is dammed near the township of Moss, and the current rules of operation were determined in 1983. This study has, on a theoretical basis, investigated the hydrological potential for changing the regulation schedule, and the possible consequences for water quality, fisheries and agriculture. A tentative programme for a practical investigation programme is also included.

The suggested changes in the regulation schedule entails higher water levels during the spring/early summer, which will enable more water to pass through the dam during the summer season. The water may either be released evenly throughout the summer, or in shorter and more intense operations once or twice during the summer. The intention is that nutrients and algae will be washed out of the lake during the release of water through the dam.

An increase in water level during spring and early summer will increase the risk of floods, and may also cause other problems for agricultural activities. In terms of releasing more water during the summer, hydrological calculations show that the main problem is the relatively low flow of the lake's tributary rivers during this season. This implies that it may theoretically take up to 2 months to refill the lake to an acceptable level after a release of water; or, more to the point, that the lake may not be refilled before the autumn rain sets in. A possible solution will be to use the water discharge prognoses that are developed by NVE, and only release water before a prognosed increase in water discharge into the lake.

It can not be ascertained on a theoretical basis that the suggested changes in the regulation schedule will improve the water quality of the lake. Increased water flow through the lake may give a short-term positive effect on water quality in certain parts of the lake, and such improvements may be important for recreational purposes. However, there is a risk that the water quality may also deteriorate after a release of water, and that the suggested changes in regulation regime may have adverse environmental effects.

DEL I. Utredning

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Vannkvaliteten i Vansjø, og da særlig i vestre deler av innsjøen, har i de siste årene utviklet seg i klar negativ retning (f.eks. Lyche Solheim *et al.* 2004, Stålnacke *et al.* 2005). Algeoppblomstringene i vestre Vansjø har startet stadig tidligere på sommeren. I tråd med tiltaksanalysen for vassdraget (Lyche Solheim *et al.* 2001) og Handlingsplan for Morsa (Morsaprojektet 2003) er det derfor behov for å intensivere tiltakene for å bedre vannkvaliteten i Vansjøs vestre bassenger. Ett slikt mulig tiltak er å endre manøvreringsreglementet for innsjøen, noe som utredes i denne rapporten. Det er viktig å understreke at det planlegges flere tiltak i vassdraget, og at det som presenteres i denne rapporten derfor kun er ett av flere mulige utbedringstiltak. De viktigste brukerinteressene i vassdraget omfatter kraftverk, prosessvann til industri, drikkevann, jordbruk (vanning og oversvømming av jorder), samt rekreasjon (bading, fiske, båter).

1.2 Prosjektets hensikt og innhold

Målet med prosjektet er å

1. Utrede om en eventuell endring i manøvreringsreglementet til Vansjø kan ha positiv effekt på vannkvaliteten i innsjøen.
2. Foreslå et praktisk program for en uttesting av virkninger på vannkvaliteten under ulike manøvreringsregimer.

Fokus har blitt satt på å utrede

- Effektene av endret manøvreringsreglement for vannkvaliteten hovedsakelig i vestre Vansjø og Mosseelva, til dels også i Mossesundet.
- Virkningen av en høyere vannstand om våren og tidlig sommer enn ved dagens manøvrering.
- Virkningen av en større uttapping/bevegelse i vannmassene i løpet av sommeren enn ved dagens manøvrering.
- Virkningen for sommerreguleringen av en økt uttappingskapasitet ved demningen i Moss.

Utredningen er basert på den erfaringen og kompetanse som prosjektgruppen samlet innehar, samt opplysninger som har vært hentet inn underveis i prosjektet fra eksisterende rapporter og databaser. Det har ikke vært anledning til å gjennomføre nye undersøkelser. Rapporten skal danne utgangspunktet for en eventuell søknad fra Moss kommune til Norges vassdrags og energidirektorat (NVE) om et midlertidig fravik fra manøvreringsreglementet for å gjøre naturfaglige undersøkelser. Disse undersøkelsene er skissert i del II av denne rapporten og vil kunne gi et grunnlag for en senere søknad om en endelig endring av reglementet.

1.3 Manøvreringsreglementet for Vansjø

Vansjø og Mosseelva er regulert ved Mossefossen. Dagens manøvreringsreglement ble fastsatt ved kongelig resolusjon 5. august 1983. Reglementet går i korthet ut på å sørge for følgende vannstandsvariasjoner gjennom året: Høyeste regulerte vannstand (HRV) er satt til 2,98 meter på vannmerket ved Rødsund bru, eller 25,53 m o.h. Om våren skal flomlukene holdes åpne på stigende vannstand senest når vannstanden overstiger 2,50 meter, eller 25,05 m o.h. Etter vårflommen skal vannstanden snarest mulig senkes til 2,30 meter (24,85 m o.h.) og så vidt mulig holdes i området mellom 2,30 til 2,50 meter frem til 20. august. Det er videre bestemt at vannstanden skal senkes så lavt før flom kan ventes at høyeste flomvannstand ikke vil overstige HRV. Nedtappingen før vårflommen kan først påbegynnes den 10.02 og før høstflommen den 01.09. Vintervannstanden skal søkes holdt på 2,10 meter (24,65 m o.h.).

Konsesjonens historikk er som følger:

02.07.1864: Første konsesjon ble gitt i 1864 til landeierne rundt Vansjø. Hensikten var å avverge oversvømmelse av dyrket mark og få en jevnere vannføring.

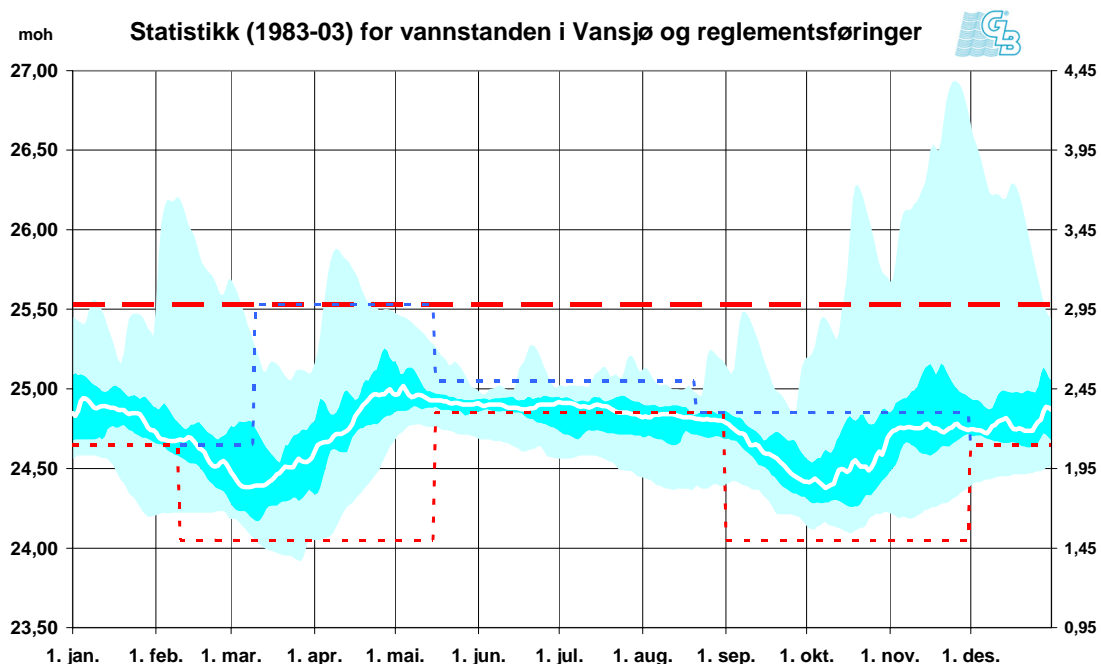
27.01.1885: Ny tillatelse ble gitt til Moss kommune som representant for de allmenne interesser

03.06.1966: Nytt reglement ble fastsatt. Moss kommune er fortsatt regulant. K. Hegge ble oppnevnt som uhildet regulant.

05.08.1983: Ny tillatelse etter vassdragsloven ble gitt til Moss brukseierforening til utbygging av Mossefossen og justering av manøvreringsreglementet for Vansjø-Hobølvassdraget som ble fastsatt ved kongelig resolusjon 5. august 1983. Et nytt kraftverk har vært i drift siden 1985. K. Hegge fortsetter som ansvarlig regulant.

01.07.2004: Glommen og Laagens Brukseierforening oppnevnes av OED som ansvarlig regulant.

Manøvreringsreglementet er illustrert i Figur 1.



Figur 1. Reglementsføringer for vannstanden i Vansjø og statistikk for perioden 1983-2003. Figuren er utarbeidet av Glommen og Laagens Brukseierforening.

1.4 Vannuttak fra Vansjø og/eller Mosseelva

I et brev av 1998 fra Fylkesmannen i Østfolds Miljøvernavdeling til NVE ble følgende vannuttak fra Vansjø og Mosseelva oppgitt for fire sommermåneder:

Vannsjø Vannverk	Storfjorden	0,24 m ³ /s
Peterson Linerboard AS (prosessvann)	Mosseelva	0,54 m ³ /s
Moss kommune etter avtale med brukseierforeningen	Mosseelva	1 m ³ /s
Jordvanning og spillvann, over 4 sommermåneder	Vansjø	0,35 m ³ /s
Lokkevann for ål (konsesjon)	Mosseelva	Ikke avklart
Slipping av vann i Lille elv (konsesjon)	Mosseelva	0,1 m ³ /s

Med unntak av vann til kraftverket (Moss kommune) vil dette da gi et samlet uttak på ca. 1,2 m³/s. Hvis man ser på reduksjonen i gjennomsnittlig vannstand i Vansjø gjennom sommerhalvåret (Figur 1) vil man få et gjennomsnittlig uttak for årene 1983-2003 på ca. 1 m³/s.

Nyere tall fra MOVAR (pers.medd.) for uttak til drikkevann samt spylevann er vist under:

2003	6,669 mill. m ³ + spylevann	912.000 m ³
2002	6,608 mill. m ³ + spylevann	1.092.000 m ³
2001	6,836 mill. m ³ + spylevann	1.266.000 m ³
2000	6,684 mill. m ³ + spylevann	1.229.000 m ³

Dette representerer tilsammen et gjennomsnittlig uttak på 7,824 mill m³ per år, eller om lag 0,25 m³/s.

Peterson Linerboard AS sitt behov for prosessvann til fabrikkene er kanskje det som er mest prekært ved lave sommervannstander ved Moss. Dette skyldes tersklene nedover Mosseelva som kan medføre problemer med å få nok vann foran dammen i lavvannsperioder (P.A. Syrrist, pers.medd.). Selve vannuttaket er i størrelsesorden 0,5 m³/s, men kan komme opp i 0,75 m³/s. Dette er avhengig av produksjon og vanntemperatur, men generelt trengs det mer vann til kjøling om sommeren enn resten av året pga. høye vanntemperaturer. Siden dette vannuttaket er viktig på lave vannstander har vi også hentet inn tall fra Peterson Linerboard AS for sommeren 2004, alle tall i m³/s:

	Snitt	Min	Max
April	0,44	0,16	0,51
Mai			0,50
Juni	0,45	0,35	0,56
Juli	0,50	0,44	0,59
August	0,53	0,49	0,62
September	0,48	0,47	0,75
Snitt	0,48		

Tallene for mai måned er kun vist for maksimumsverdien da produksjonen stanset i store deler av denne måneden.

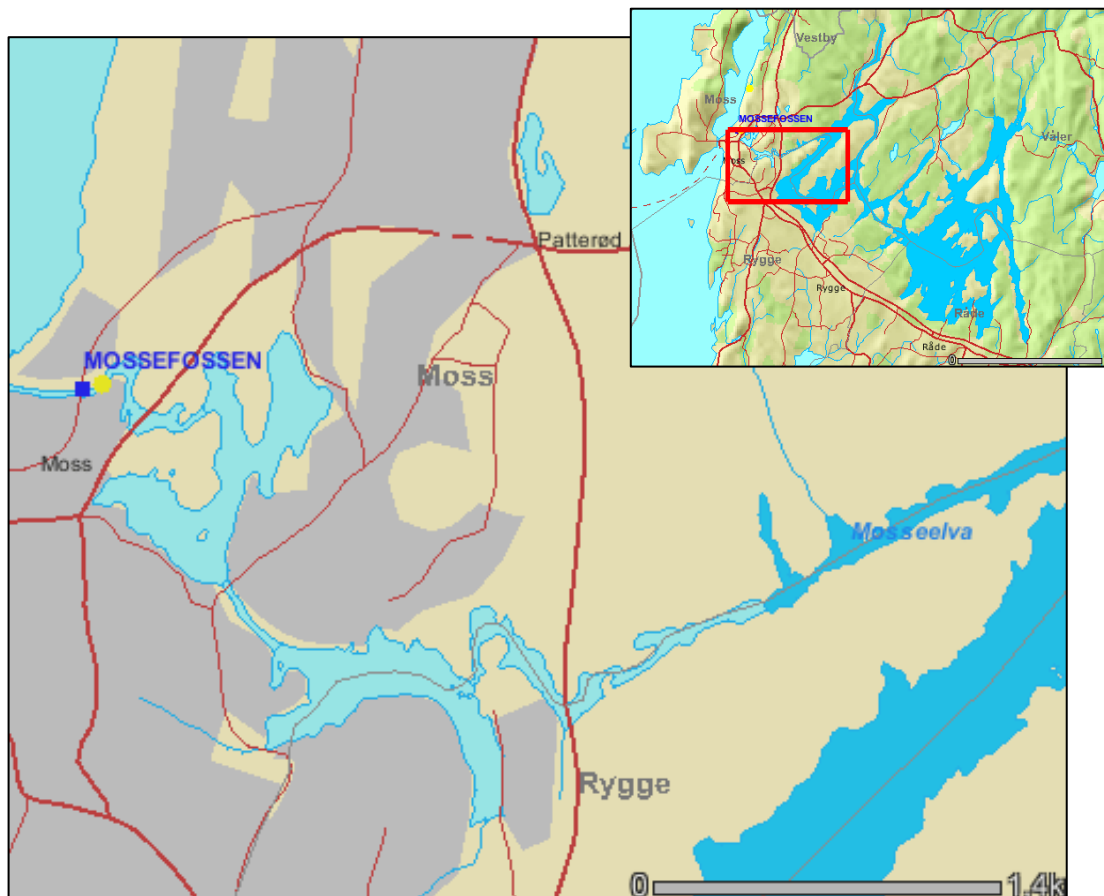
Vann til kraftverket er ikke regnet som uttak av vann da dette føres direkte tilbake til vassdraget, og fordi kraftverket sjeldent er i drift om sommeren.

1.5 Nyere utredninger og vurderinger av reglementet

NVEs utredning av 1992 om utsprengning av løpet ned mot dammen

Vassdragsteknisk seksjon ved Vassdragsavdelingen, NVE har utredet kostnadene ved å kanalisere Mosseelva i strekningen mellom dammen og Vanemfjorden (Figur 2) for å redusere vannstanden i Vansjø under flomperioder (NVE 1992).

Utredningen tok utgangspunkt i en 20-års flom, nærmere bestemt flommen i 1987. Forskjellen mellom en 20-års flom og en 100 års flom i elva ble angitt til å ikke være større enn ca. 10 m³/s pga. magasineringseffekten i Vansjø. Siden området fra Vansjø og ned til dammen er relativt smalt ble det vist til at det vil være nødvendig med en relativt omfattende kanalisering for at dette skulle kunne ha noen effekt. Utredningen tok ikke høyde for kapasiteten gjennom dammen eller i strekningen nedstrøms dammen; dette gjelder også ekstrakostnader som vil påløpe ved en eventuell utbedring der. NVEs utredning inneholdt heller ikke en kost-nytte analyse av en eventuell kanalisering.



Figur 2. Kartet viser Mosseelva, hvor utvidelser av løpet har blitt utredet av NVE (1992).

Det ble gitt 5 ulike alternativer for kanalisering:

Alternativ	Reduksjon i vannstand (m) i Vansjø ved en 20-års flom	Anleggskostnader i 1992
Ingen kanalisering	0	0
I + A	0,18	1.850.000
II + A	0,24	2.600.000
III + A	0,30	3.300.000
IV + B	0,38	4.450.000
V + B	0,44	5.550.000

Alternativene er knyttet til ”øvre del”; dvs. fra Sponvika til Vansjø; og ”nedre del”, dvs. fra Sponvika til inntaksdammen ved Klauva, og innebærer følgende utvidelser:

	Alternativ	Bunnbredde (m)	Bunnhøyde (m)
Øvre del	I	10	1,0
	II	10	1,5
	III	10	2,0
	IV	15	1,5
	V	15	2,0
Nedre del	A	10	2,0
	B	15	2,0

For eksempel vil da alternativ III + A redusere vannstanden i Vansjø under en 20-års flom med 30 cm, dette innebærer en kanalisering av både øvre og nedre del med 10 meter bunnbredde og 2 meter bunnhøyde, til en 1992-kostnad på 3,3 millioner NOK.

Imidlertid besluttet berørte kommuner å ikke gjennomføre den foreslåtte kanaliseringen.

Tiltaksanalysen for Morsa

I tiltaksanalysen for Morsa (Lyche Solheim *et al.* 2001) er manøvrering av vannstanden omtalt på følgende måte:

”Vannstanden i Vansjø kan i prinsippet manøvreres slik at man tilstreber best mulig vannkvalitet i innsjøen. Sett fra en økologisk synsvinkel synes det viktig å unngå store vårflommer, da dette vil føre til stor tilførsel av næringssalter fra oversvømmede arealer på akkurat det tidspunktet da algene har best lys og kan utnytte disse ekstratilførslene. Hvor godt disse næringssaltene kan utnyttes er selvsagt avhengig av bl.a. omfanget av den tilhørende partikkeltransporten, som vil gi svekket lysklima i innsjøen i flomperioder.

Høy sommervannstand vil også i prinsippet gi bedre vannkvalitet pga. fortynningseffekten, men beregninger tilsier at denne effekten er liten i Storefjorden. Termoklindypet i Storefjorden vil sannsynligvis ligge på samme dyp i forhold til overflaten uansett hvor høy vannstanden er, slik at volumet av epilimnion ikke vil endres nevneverdig selv om vannstanden endres. For Vanemfjorden som sjelden er sjiktet, derimot, kan en høy vannstand være av større betydning fordi vinddrevet resuspensjon av sedimentene da vil avta (en større del av sedimentoverflaten vil da ligge på større dyp der vinden ikke makter å resuspendere sedimentene).

En anbefaling kan derfor være å slippe opp Mossefossen så mye som mulig i starten av vårflommen, og så stenge igjen mot slutten av vårflommen, slik at man unngår stor oversvømmelse og samtidig får fanget opp nok vann til å få en rimelig høy sommervannstand.

Høstflommene vil trolig ha mindre betydning enn vårflommene, men store høstflommer (som i nov. 2000) vil kunne forverre vannkvaliteten den påfølgende sesong, særlig dersom man får islegging og en lang vinter til å forbruke oksygenet i bunnvannet, og dermed øker faren for intern gjødsling fra profundalsedimentene. Det kunne derfor også være gunstig for Vansjø å slippe opp så mye vann som mulig i høstflommen, slik at man unngår store oversvømmelser og dermed næringssalttilførsler før isen legger seg. For å få til dette, må det trange utløpet i Mosseelva utvides.

Konsekvenser av eventuelle vannstandsendringer for kraftproduksjonen vil måtte utredes særskilt, men alternativ kraftforsyning bør vurderes dersom det blir konflikter mellom hensynet til vannkvalitet og hensynet til kraftproduksjon.”

Handlingsplan for Morsa

I handlingsplanen for Morsa, kapittel 3.6.2, omtales manøvreringen slik (Morsaprojektet 2003):

”Manøvreringsreglementet for Vansjø har et flerbrukshensyn, som også skal ivareta vannkvalitet og miljøhensyn i sin alminnelighet. Spesielt kritisk er manøvreringen i perioden vår til høst, da dette kan ha innvirkning på andre brukerinteresser, i første rekke jordbruk og brukerinteressene knyttet til vannkvaliteten i sjøen (råvann, rekreasjon). Således vil både høyvannstand og lavvannstand, og graden av gjennomstrømming i ”vekstperioden” for algene være kritiske elementer i reguleringen av sjøen. For høy vannstand vår og høst kan være en vesentlig ulempe for gårdbrukere med lavtliggende arealer inntil sjøen, og kan også bidra til økt forurensning. For lav vannstand og liten gjennomstrømming i sommerperioden kan medføre liten fortynning av tilførte forurensninger, med økt gjengroing av grunne sjøområder. I tillegg vil uttaket av vann gjennom sommerperioden (drikkevann, jordvanning, prosessvann) bidra til en viss nedtapping av vannstand. Slik sett er det forholdsvis kompliserte avveininger som må gjøres for å ivareta de ulike hensynene.”

Brev fra Fylkesmannen i Østfold til NVE 2002

I et brev fra Fylkesmannen i Østfold til NVE datert 20. juni 2002 ble reguleringen av Vansjø tatt opp. Her heter det blant annet:

”I tiden som er gått etter at det nye reglementet ble iverksatt og kraftverket tatt i bruk, er det høstet erfaringer og registrert utviklingstrekk som viser at miljøvern- og rekreasjonsinteressene nok kunne vært noe bedre ivaretatt dersom vi hadde kunnet forutse enkelte virkninger gjeldende reglement har gitt. Problemene som registreres er primært knyttet til den reduserte vannføring i Mossefossen/ Mosseelva/Nedre Vansjø i sommermånedene. Når dammen og kraftverket er stengt er det kun et beskjedent og etter hvert vesentlig redusert vannforbruk ved Peterson Linerboard som bidrar til nesten ubetydelig vannføring/vannutskifting.”

Brevet beskriver videre eutrofiutviklingen i Vansjø med sterkt økende algevekst (bl.a. blågrønnalger), spesielt i Vansjøs vestre bassenger. Videre heter det: ”Den reduserte sommervannføring og resipientkapasitet i Mosseelva ser ut til å forsterke de negative virkninger av eutrofiutviklingen i dette området. (...) Erfaring har vist at en relativt kortvarig åpning av damluken gir en ”utspylingseffekt” som raskt gir en forbedring av siktedyp og mindre algevekst. Effekten varer flere dager.”

Disse observasjonene ble imidlertid gjort for noen år siden, før algeveksten tok til for alvor, og er basert på visuelle observasjoner i nedre deler av Vansjø. Mossefossen ble åpnet for en dag i forbindelse med spesielle anledninger bl.a. i mai og august, men det ble ikke foretatt vitenskapelige undersøkelser av vannkvalitet eller algevekst under eller etter åpningen.

Prosjektleder har for øvrig mottatt e-post fra lokalbefolkning som henviser til at vannkvaliteten har blitt bedre i løpet av slike episoder.

Workshop om situasjonen i vestre Vansjø sommeren 2004

Hovedsstyret for Morsaprojektet inviterte en gruppe nordiske forskere til workshop om situasjonen i vestre Vansjø 24.-25. juni 2004 (Lyche Solheim *et al.* 2004).

Gruppen sluttet seg til tidligere anbefalinger og støttet Vansjøkommunenes initiativ til å utrede reglementet. Gruppen mente videre at uttapping av vann fra overflatesjiktet i Vanemfjorden i forbindelse med større algeoppblomstringer muligens kan virke positivt på tilstanden i Vanemfjorden pga. fortynningseffekten av vannet fra Storefjorden. Mulige negative effekter på tilstanden i Mossesundet med lokale badeplasser må vurderes, særlig i forbindelse med uttapping av vann med høyt innhold av algetoksiner. Da vannet fra Vanemfjordene har mindre tetthet enn vannet i Mossesundet, vil dette ferskvannslaget trolig legge seg på toppen, og vil kunne være en mulig helsetrussel for badegjester på strendene i nærheten av utløpet.

2. Hydrologi, vanngjennomstrømning og tappestrategier

2.1 Hydrologi i Hobølelva, Mosseelva og tilførselsbekker

Total tilførsel til Vansjø; samt midlere og potensiell tappekapasitet ved Moss er beregnet utfra hydrometriske stasjoner i vassdraget som er registrert i NVEs database. En oversikt over disse stasjonene er gitt i Tabell 1.

Tabell 1. Hydrometriske stasjoner i vassdraget. Stasjon nr. 3.11 Sagstubekken er et lite felt lengst nord i vassdraget; 3.7 Sæbyvatn og 3.13 Fossli lå i en sideelv sørøst i vassdraget; mens 3.22 Høgfoss og 3.12 Kure ligger i Hobølelva.

Stasjonsnr	Stasjonsnavn	Feltareal, km ²	Vannstandsdata	Vannføringsdata
3.7	Sæbyvatn	90.2	1924-1931	1924-1931
3.8	Vansjø		1920-21, 1932-2003	
3.10	Moss dam ovf.		1969-1984	
3.11	Sagstubekken	3.08	1951-1974	1951-1974
3.12	Kure	304	1964-1975	1964-1975
3.13	Fossli	100	1964-1971	1964-1971
3.19	Sponvika ndf.		1903-1940*	
3.21	M. Peterson, Moss			1969-1984
3.22	Høgfoss	301	1976-2003	1976-2003
3.23	Moss dam ndf.	689	1911-1940	1911-40, 1966-2002**

* Spredte data fra 1860 og 1870-årene

** Totalavløpet beregnes basert på produksjonstall fra kraftverk (70-80 % av totalavløpet), beregnet overløp over flomluke samt oppgitte forbrukstall fra Vannverk og Peterson.

I tillegg til feltarealene oppgitt i Tabell 1 er Vansjøs feltareal ved Vanemfjordens utløp beregnet til 673 km².

Årsavløp for Moss dam, Hobølelva ved Høgfoss og øvrige tilførselsbekker ("lokalfelt") er beregnet ut fra NVEs avrenningskart for 30 års perioden 1961-1990 (Tabell 2) og for perioden 1977-2002 (Tabell 3)

Tabell 2. Årsavløp beregnet ut fra avløpsdata for perioden 1961-1990 (30 år).

Felt	Areal, km ²	m ³ /s	l/s*km ²
Moss dam	689	11.4	16.6
3.22 Høgfoss	301	5.4	18.0
Lokalfelt	388	6.0	15.5

Tabell 3. Årsavløp beregnet ut fra avløpsdata for perioden 1977-2002 (26 år).

Felt	Areal, km ²	m ³ /s	l/s*km ²
Moss dam	689	11.2	16.2
3.22 Høgfoss	301	4.5	14.8
Lokalfelt	388	6.7	17.3

Det antas at vannføringsforløpet ved Høgfoss er representativt for totaltilløpet til Vansjø til enhver tid, men at størrelsen må skaleres opp. I følge observasjoner ved målestasjonene er avløpet fra lokalfeltet 50 % større enn vannføringen ved Høgfoss. Følgende arbeidsserie ble konstruert for årene 1977-2003:

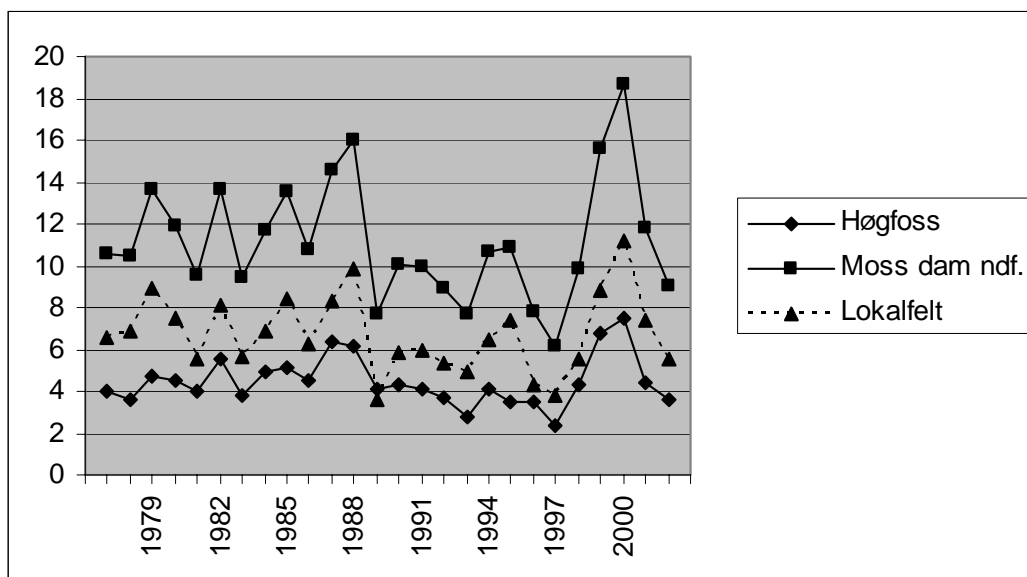
$$\text{Tilløp Vansjø} = \text{Vannf. Høgfoss} + 1.5 * \text{vannf. Høgfoss} = 2.5 * \text{vannf. Høgfoss}$$

Serien heter 3.22.0.1001.71. I tilløp Vansjø er da nedbør direkte på innsjøen medregnet. I Tabell 4 er månedsmidler for tilløpet til Vansjø vist.

Tabell 4. Beregnete verdier for tilløpet (m^3/s) til Vansjø (månedsmidler)

	Middel 1977-2003	Maks.	Min.
Januar	9.89	31.35	1.44
Februar	7.17	46.32	0.65
Mars	10.92	28.87	0.59
April	25.34	48.51	4.67
Mai	12.17	29.99	2.35
Juni	5.65	16.79	0.37
Juli	4.13	13.97	0.17
August	4.29	19.21	0.22
September	6.76	26.57	0.48
Oktober	15.83	50.46	1.29
November	18.50	78.01	5.26
Desember	12.67	35.60	2.71
År	11.12	18.83	5.92

I Figur 3 er vannføring i m^3/s vist for Hobølelva ved Høgfoss (original serie), Moss dam og lokalfeltene (fremkommet som differansen mellom de to første). Hobølelva ved Høgfoss utgjør i følge beregninger ca. 40% av tilløpet til Vansjø.



Figur 3. Årsavløpet ved Høgfoss (Hobølelva), Moss dam og lokalfelt (fremkommet som differanse).

Elvestrekningen mellom Vansjø og Moss dam begrenser tappekapasiteten ved Moss dam. Ved høye vannstander, som høsten 2000, gikk det mer enn 80 m³/s i Mosseelva ved vannstander over 4 m i Vansjø ved VM Rødsund bru.

Effektiv tapping ved Moss dam er beregnet som forskjellen mellom vannføring ved Stasjon 3.23 Moss dam ndf. og den vannføringsserien som er fremkommet ved skalering av data fra Stasjon 3.22 Høgfoss og som antas å representere tilløpet til Vansjø. Data for effektiv tapping er sammenlignet med vannstander i Vansjø; et anslag for tappekapasiteten ved Moss dam fremkommer da som vist i Tabell 5.

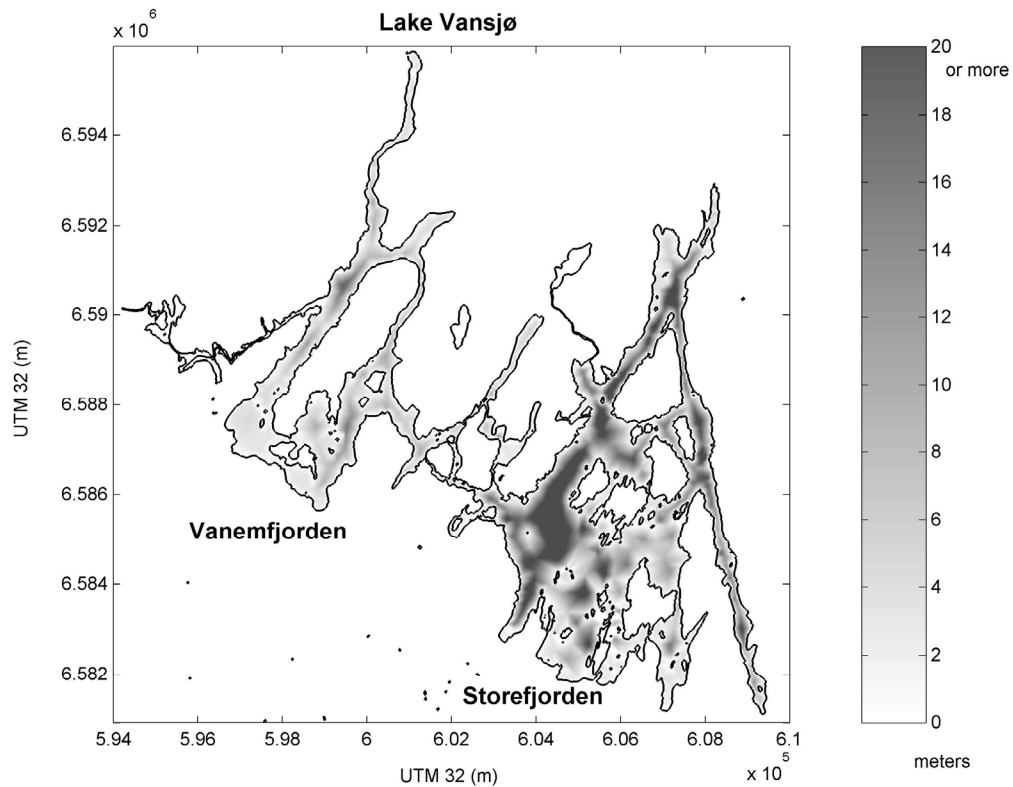
Tabell 5. Effektiv tappekapasitet (tapping – tilløp) ved Moss, utregnet av data fra 1988.

Vannstand i Vansjø, m	Vannstand i Vansjø, moh.	Eff. tappekapasitet ved Moss dam, m ³ /s
2.8	25.35	20.5
2.7	25.25	19.5
2.6	25.15	18.5
2.5	25.05	17.5
2.4	24.95	16.5
2.3	24.85	15.5
2.2	24.75	14.5
2.1	24.65	13.5
2.0	24.55	12.5
1.9	24.45	11.5
1.8	24.35	10.5

I senere år har det ikke vært noen episoder med større effektiv tapping enn vist i tabellen. Derimot finnes det flere eksempler på tidligere episoder med større effektiv tappekapasitet. I 1977 var det tapping på over 20 m³/s ved vannstander ned mot 2 meter i Vansjø. Hvorvidt tappekapasiteten faktisk er større enn hva tabellen viser eller om den er redusert i senere år er ikke mulig å utrede ut fra tilgjengelige data i NVEs database. Det er videre en relativt stor usikkerhet i verdiene for effektiv tappekapasitet siden de er basert på en konstruert serie for tilløpet til Vansjø.

2.2 Hydrologi i Vansjø

Båtsportkartet over Vansjø er tidligere digitalisert av NIVA og er brukt som utgangspunkt for å lage et bathygrafikart for sjøen (Figur 4). Null-linjen i dette kartet er satt til 25,50 meter over havet. Basert på dette kartet har innsjødata for middeldyp, maksimum dyp, areal og volum blitt utledet (Tabell 6).



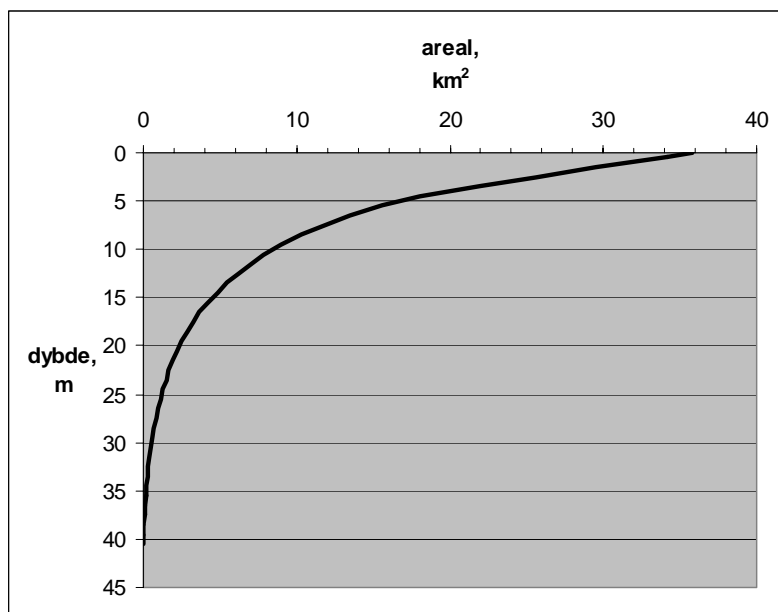
Figur 4. Digitalisert dybdekart for Vansjø.

Tabell 6. Innsjødata for Vansjø

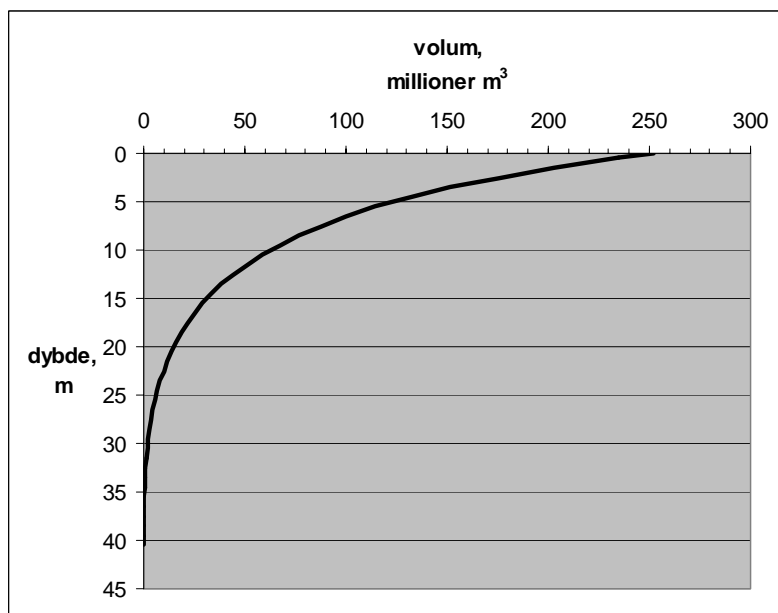
Ved 25,50 m o.h. (2,95 ved VM Rødsund Bru):			
	Vansjø	Vanemfjorden	Storefjorden
Middeldyp (m)	7,0	3,8	8,7
Maksimum dyp (m)	41,0	19,0	41,0
Areal (km ²) ved 25.50 m.o.h.	35,8	12,0	23,8
Volum (10 ⁶ m ³) ved 25.50 m o.h.	252,2	46,1	206,1
Ved en sommer-HRV på 25,05 m o.h. (2,50 ved VM Rødsund Bru)			
	Vansjø	Vanemfjorden	Storefjorden
Middeldyp (m)	6,9	3,5	8,6
Areal (km ²) ved 25.05 m.o.h.	34,3	11,6	22,8
Volum (10 ⁶ m ³) ved 25.05 m o.h.	236,4	40,8	195,6

Et midlere årstilløp til Vansjø på 11.12 m³/s (jf. Tabell 4) tilsvarer et volum på 350.7 millioner m³/år. Vansjøs volum ved 25,50 m o.h. er 252.2 millioner m³, noe som gir en oppholdstid for vannet i Vansjø på 262 dager eller nesten 9 måneder. Tilsvarende tall for den gjennomsnittlige vannstanden i Vansjø ved Rødsund bru på 24,78 m o.h. (jf. Tabell 7) er 237 dager eller ca. 8 måneder.

Figur 5 og 6 viser henholdsvis arealkurven og volumkurven for Vansjø.



Figur 5. Arealcurve for Vansjø (0-dyp=25,50 m o.h.)



Figur 6. Volumkurve for Vansjø (0-dyp=25,50 m o.h.)

Månedsmidler for vannstanden i Vansjø ved vannmerket ved Rødsund bru for perioden 1984-2002 er vist i Tabell 7. Korresponderende verdier for høyde over havet er også oppgitt.

Tabell 7. Månedsmidler for vannstand i Vansjø ved Rødsund bru, samt for m o.h.

	Middel 1984-2002		Maksimum		Minimum	
Måned	m	m o.h.	m	m o.h.	m	m o.h.
Januar	2,32	24,87	2,66	25,21	2,01	24,56
Februar	2,19	24,74	3,36	25,91	1,67	24,22
Mars	1,97	24,52	2,52	25,07	1,48	24,03
April	2,31	24,86	2,98	25,53	1,78	24,33
Mai	2,40	24,95	2,64	25,19	2,20	24,75
Juni	2,32	24,87	2,46	25,01	2,10	24,65
Juli	2,27	24,82	2,49	25,04	2,00	24,55
August	2,22	24,77	2,49	25,04	1,86	24,41
September	2,07	24,62	2,48	25,03	1,82	24,37
Oktober	2,02	24,57	2,93	25,48	1,72	24,27
November	2,35	24,90	3,91	26,46	1,71	24,26
Desember	2,35	24,90	3,48	26,03	1,91	24,46
År	2,23	24,78				

2.3 Potensiale for uttapping og påfylling

Ut fra de hydrologiske data vi har fra tilførselselver, fra utløpet ved dammen og i Vansjø, kan volumendring i % av opprinnelig volum beregnes for ulike vannstandsendringer, som vist i Tabell 8.

Tabell 8. Volumendring ved ulike vannstandendringer.

Uttapping	Vannstandsending	Volumendring i %	
		Vansjø total	Vanemfjorden
20 cm	25,25 – 25,05	2,9	5,4
40 cm	25,25 – 24,85	5,6	10,4
20 cm	24,85 – 24,65	2,9	5,3
15 cm	24,85 – 24,70	2,2	4,0

For å beregne hvor raskt en uttapping kan skje, og ikke minst hvor raskt innsjøen vil kunne fylles opp igjen, er det tatt utgangspunkt i fire scenarier: Ett basert på midlere tilløp til Vansjø, ett på lavt tilløp (sommeren 1994) og to på stort tilløp (somrene 1981 og 1999). Disse tilløpsverdiene er basert på beregnet tilløpsserie for Vansjø, jf. kapittel 2.1.

- Normalt tilløp til Vansjø er da basert på 5.65 m³/s i juni og 4.13 m³/s i juli;
- Lite tilløp er basert på 0.37 m³/s i juni og 0.17 m³/s i juli;
- Stort tilløp 1 er basert på 15.43 m³/s i juni og 6.72 m³/s i juli; mens
- Stort tilløp 2 er basert på 10.97 m³/s i juni og 10.15 m³/s i juli.

Tilløpsverdiene er basert på beregnet tilløpsserie for Vansjø, hhv. midlere (normal) og ekstreme (lite; stor 1 og stor 2) månedsverdier i serien. Denne serien er fremkommet ved skalering av data for målestasjonen 3.22 Høgfoss, se avsnitt 2.1. Tilsammen 20 scenarier er utredet som vist i Tabell 9.

Scenariene viser at det største problemet ikke ligger i å tappe ut, men å få fylt opp igjen innsjøen etter en uttapping. Særlig gjelder dette i tørre somre, der det teoretisk kan ta mer enn 2 måneder å få fylt opp igjen innsjøen til utgangspunktet før tapping. Om man imidlertid ønsker å senke vannstanden 20 cm på ett døgn vil dette kreve en nettotapping (tapping – tilløp) på ca. 80 m³/s.

Alternativet til raske uttappinger er en langsommere uttapping gjennom hele sommerhalvåret, enten ved jevn vannføring ut av Moss, eller i mindre, trinnvise tappinger. Potensialet for en slik uttapping kan beregnes for et tenkt eksempel med en utgangsvannstand på 25,50 m o.h. den 1. juli til en vannstand på 24,70 den 1. september. Dette tilsvarer en volumendring på 27,5 mill m³, eller en jevn uttapping ved Moss over to måneder på 5,14 m³/s. Da er tap for vannuttak og fordamping medregnet. Dette tilsvarer igjen en daglig uttapping på ca 444 000 m³ som omfatter 0,18 % av Vansjø og 0,96 % av Vanemfjorden.

Tabell 9. Scenarier for tapping og fylling av Vansjø. Tilløpstypene er beskrevet i teksten. Tidsberegningene for oppfylling forutsetter at dammen lukkes helt i oppfyllingsperioden.

Scenarie	Start-vannstand m o.h.	Tapping v/ Moss m3/s	Tilløps-type	Nedtapping til m o.h.	Antall dager	Oppfylling til m o.h.	Antall dager
1	25.05	17	Normal	24.85	7	25.05	14
2	25.05	17	Lite	24.85	5	25.05	>60
3	25.05	17	Stort 1	24.85	33	25.05	12
4	25.05	17	Stort 2	24.85	13	25.05	7
5	25.25	17	Normal	24.85	14	25.25	33
6	25.25	17	Lite	24.85	10	25.25	>60
7	25.25	17	Stort 1	24.85	46	25.25	24
8	25.25	17	Stort 2	24.85	26	25.25	15
9	25.25	25	Normal	25.01	5	25.25	17
10	25.25	25	Lite	24.94	5	25.25	>60
11	25.25	25	Stort 1	25.13	5	25.25	3
12	25.25	25	Stort 2	25.08	5	25.25	6
13	24.85	25	Normal	24.65	4	24.85	13
14	24.85	25	Lite	24.65	3	24.85	>60
15	24.85	25	Normal	24.70	3	24.85	10
16	24.85	25	Lite	24.70	2	24.85	>60
17	24.85	15	Normal	24.65	8	24.85	13
18	24.85	15	Lite	24.65	5	24.85	>60
19	24.85	15	Normal	24.70	6	24.85	10
20	24.85	15	Lite	24.70	4	24.85	>60

3. Mulige virkninger av høyere vannstand om våren og sommeren

3.1 Flomfare

Muligheten for å øke vannstanden i Vansjø begrenses av faren for flom. En utspregning av løpet ned mot Moss kombinert med økt tappekapasitet i dammen og vannføringskapasitet i Mosseelva nedenfor dammen (inkludert en evt. utbedring av broen) vil kunne forhindre oversvømmelser ved flom. NVEs utredning av 1992 ga imidlertid ingen kost-nytte analyse av en slik utspregning. Det anbefales at det utføres en slik kostnadsanalyse for skadeflommer med ulike gjentakintervall, basert på de alternativene som er gitt for utvidelser av løpet i NVEs utredning, før en eventuell avgjørelse tas om et slikt tiltak. Videre anbefales det å avvente en eventuell utspregning til resultatene av de praktiske undersøkelsene har vist om vannkvaliteten faktisk vil bedres gjennom et endret manøvreringsreglement i Vansjø.

Et middel for å hindre flom kan være å benytte NVEs vannføringsprognoser i Hobøelva. Disse gis 7-10 dager frem i tid, og er bl.a. baserte på hydrologiske modeller og Meteorologisk institutts prognoser. Prognosene kan benyttes til å slippe mer vann gjennom dammen før en prognosert økning av vannstanden. Imidlertid må man være oppmerksom på at lokale sensommerbyger er vanskelig å varsle på Østlandet.

Uansett må manøvreringsreglementet ta høyde for at vannstanden om våren ikke bør heves før nedbørfeltet er relativt fritt for snø. Det må også tas hensyn til grunnvannsstanden i nedbørfeltet. NVEs prognoser vil ta hensyn til disse forholdene.

Når det gjelder vannstandsheving om sommeren opptrådte de to mest ekstreme tilløpssituasjonene i Vansjø for perioden 1977-2003 i juni 1987 og i juli 2002. Da steg vannstanden i Vansjø hhv. 36 og 30 cm på 5-6 dager fra en vannstand på hhv. 2.36 og 2.37. Hvis vannstanden holdes høyere utover sommeren kan man med samme tilløp regne med noe mindre vannstandstigning pga. økt tappekapasitet ved dammen ved høye vannstander. Basert på dette kan det anbefales at vannstanden utover sommeren fortrinnsvis bør holdes minst 30 cm under det som kan karakteriseres som "ugunstig sommervannstand". Dessverre finnes det ikke noe flomsonekart for området, og det har i dette prosjektet ikke vært mulig å utrede hvilken flomvannstand som må regnes for ugunstig for skadeflomhensyn.

3.2 Virkninger for landbruksnæringen

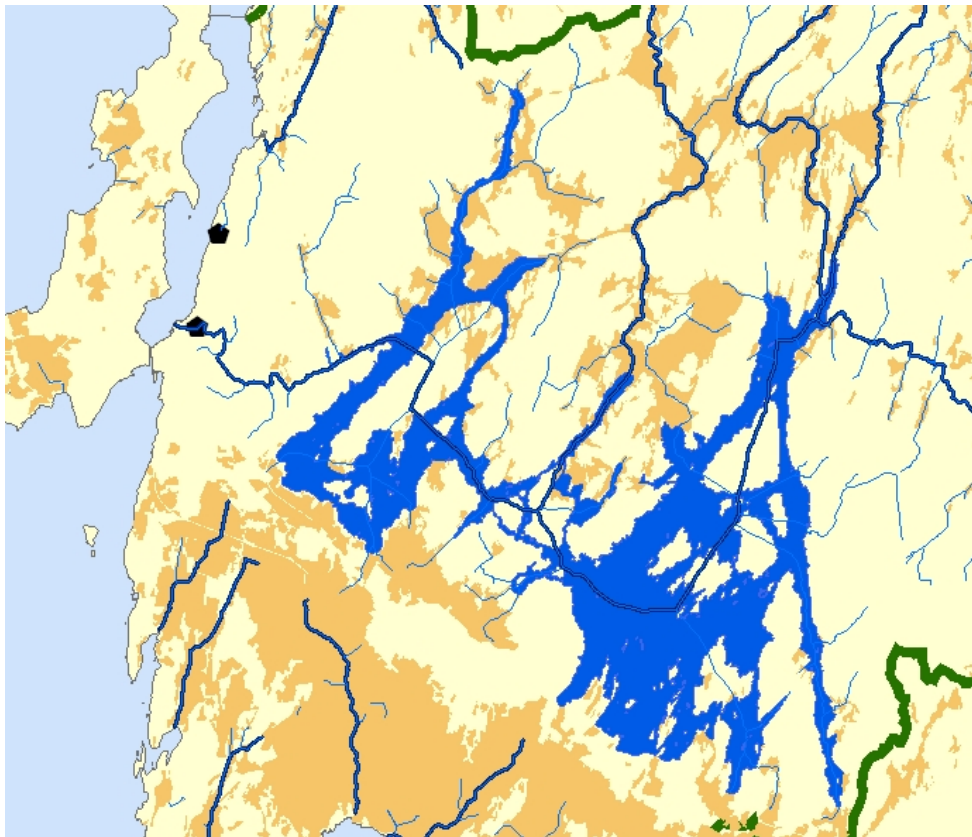
Generelt er det viktig for jordbruket at det er gode dreneringsforhold i perioden før normal våronntid slik at såingen ikke blir unødig forsinket. Dette bidrar til at jorda får tørket slik at den smuldrer godt og lager gode spireforhold, og at maskinell trafikk ikke pakker jorda eller skader jordstrukturen. Det siste er særlig viktig på myrjord eller annen jord med høyt organisk innhold.

Virkningene av en hevet vannstand om våren vil avhenge av hvor lavt de lavtliggende jordbruksarealene ligger. Vannstander over grøfteutløpene vil kunne redusere opptørkingshastigheten og forsinke våronna. Ifølge forsøk utført ved NLH (UMB) (Hove 1986) kan 1 ukes utsatt såtid redusere kornavlinger med ca. 40 kg/daa.

Effekten av en høyere vannstand om våren på vannkvaliteten i Vansjø er usikker. Omfanget av jordbruksarealer rundt Vansjø er relativt lite i forhold til det totale jordbruksarealet i nedbørfeltet (Figur 7), men kombinasjonen av høy vannstand og jordbruksvirksomhet kan ha

større effekt på vannkvaliteten enn omfanget tilsier siden avrenningen fra oversvømmede arealer skjer i siste del av flommen. Det er dette vannet som blir liggende igjen i strandsonen etter flommen. Det er imidlertid gjort få målinger av denne type effekter. Hvor lenge denne effekten vil vare avhenger av grunnvannsutsig og strømningsforhold.

Etter vårarbeidingen er avsluttet kan vannstanden godt være høyere. For tilgangen til vann for plantene er det gunstig at røttene kan nå ned til grunnvannet, dvs at en grunnvannstand på 40-60 cm er fordelaktig. God tilgang til vann gir mer årssikre avlinger og dermed redusert risiko for næringsstofftap (større opptak av næringsstoffer).



Figur 7. Omfanget av jordbruksareal rundt Vansjø (mørkegule områder). Vannskillet går rett syd for innsjøen, jordbruksområdene til venstre nederst i bildet drenerer derfor ikke til Vansjø.

4. Mulige virkninger av økt uttapping gjennom sommerhalvåret

4.1 Konsekvenser for jordbruket

Det må presiseres at vurderingen av eventuelle konsekvenser er basert på generelle betraktninger, siden rammen for prosjektet ikke har gitt rom for befaringer og undersøkelser.

Ved så små nedtappinger som det her er skissert (40 cm) er det neppe risiko for utglidninger i strandsonen. Dersom det er myrjord langs innsjøen, kan uttappinger føre til ekstra setninger, særlig hvis det foregår så raskt at porevannet ikke rekker å drenere ut. Siden jorda ikke er fullkomment elastisk og hever seg helt tilbake til utgangspunktet når vannstanden heves igjen, kan dette medføre vanskeligere dreneringsforhold. Forøvrig foregår det et jordsvinn på myrjord som uansett vil gi overflatesenking og vanskeligere dreneringsforhold på sikt.

Lav vannstand i Vansjø vil sannsynligvis være koblet til stort vanningsbehov, og spørsmålet er om jordbruket kan fortsette å ta ut det vannet de behøver om vannstanden synker til under sommer-LRV. Vanning gir mer årssikre avlinger og vil dermed kunne bidra til mindre tap av næringsstoffer over tid.

Et annet poeng er at vannet som benyttes til vanning bør ha en minimumkvalitet. I SFT's klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997), er det i kapitlet om egnethet for jordvanning angitt at vann med mer totalfosfor enn 0,05 mg/l og mer klorofyll a enn 0,02 mg/l ikke er egnet til vanning pga. lukt- og smakstoffer, samt risikoen for algetoksiner i vannet.

4.2 Konsekvenser for vannkvaliteten

Vanngjennomstrømning og retensjon i innsjøer

Vanngjennomstrømning er en av de fysiske faktorene som varierer mest mellom innsjøer. I Norge ser vi en spennvidde på mer enn 4 tierpotenser fra store dype innsjøer som Mjøsa og Eikern med teoretiske oppholdstider på hhv. 6 og 11 år, ned til små, grunne innsjøer i store nedbørfelt med teoretiske oppholdstider under ett døgn. Vansjøs gjennomsnittlige oppholdstid er i dette prosjektet beregnet til ca. 8-9 måneder.

Siden Vollenweiders (1976) klassiske arbeider har det vært kjent at oppholdstida i en innsjø sier mye om den relative betydningen av ytre og innsjøinterne prosesser. I en innsjø med kort oppholdstid vil det være små forskjeller mellom kvaliteten i vannet som renner inn og det som renner ut, mens forskjellene blir tilsvarende større jo lengre oppholdstida er. I vannkvalitetssammenheng sammenfattes dette ofte som en retensjonsfaktor lik forholdet mellom belastning og tilbakeholdelse av et gitt stoff, for eksempel nitrogen eller fosfor. Retensjonsfaktoren er relatert til innsjøens selvrensningsevne: når det er høy retensjon er konsentrasjonene vesentlig lavere i selve innsjøen enn i tilførselskildene. Det er vist gjentatte ganger at det er god sammenheng mellom teoretisk oppholdstid og retensjonsfaktoren (f.eks. Vollenweider 1976). Det må imidlertid understrekes at selv om slike sammenhenger er sterke i statistisk forstand kan biologiske og andre fysisk/ kjemiske forhold gjøre at det likevel kan være store forskjeller mellom innsjøer med samme oppholdstid.

I perioden 1990-1999 var fosforretensjonen 52 % på årsbasis i Vansjø som helhet (Lyche Solheim *et al.* 2001), nokså nøyaktig som en skulle forvente ut fra statistiske modeller (for eksempel Vollenweider 1976). Storefjorden hadde en litt høyere retensjon enn forventet (69

%), antagelig på grunn av at mye av fosfortransporten er knyttet til erosjonsmateriale som raskt sedimenterer i innsjøen. Vanemfjorden har derimot negativ retensjon (-23 %) på årsbasis, dvs. at det på grunn av interngjødsling fra sedimentene kommer mer fosfor ut av Vanemfjorden enn det transporteres inn (Lyche Solheim *et al.* 2001). Det er imidlertid store usikkerheter i grunnlaget for å beregne fosfortilførslene til Vansjø. Både tilførslene under vårfloppen og de lokale tilførslene til vestre Vansjø kan være betydelig underestimert (Stålnacke *et al.* 2005). Hvis dette er tilfelle vil også retensjonen være underestimert siden det ikke er tilsvarende usikkerhet i den beregnede fosforeksporten ut av Vansjø. Effekten av interngjødsling i Vanemfjorden vil i så fall være mindre enn en hittil har antatt. På den annen side er det foreliggende estimatet for retensjon i Storefjorden allerede større enn forventet, noe som gir grunn til å tro at underestimeringen av de totale tilførslene neppe er dramatiske.

Forutsatt at begge basseng har negativ retensjon om sommeren vil mesteparten av tilbakeholdelsen av fosfor i Vansjø skje til andre årstider, og særlig da i forbindelse med vårfloppen (Lyche Solheim *et al.* 2001). Dette innebærer at generelle statistiske sammenhenger mellom oppholdstid og retensjon ikke har særlig utsagnskraft for sommersituasjonen i Vansjø, og at disse ikke kan brukes for å vurdere hvorvidt temporære endringer i oppholdstid som følge av endret manøvreringsreglement kan påvirke fosforretensjonen. Det virker likevel som at innenfor de manøvreringsendringer som er fysisk og juridisk mulige å gjennomføre, vil effektene på fosforretensjonen være marginale men mest sannsynlig i en ugunstig retning fordi en økt gjennomstrømning i perioder om sommeren vil kunne føre til at retensjonen blir enda lavere.

Fortynning

Vanngjennomstrømning har også en mer kortsiktig effekt på planktonorganismene: hvis en kunne øke tilstrømning av næringssaltfritt vann ville en kunne oppnå en regelrett fortynning av algeveksten, og dermed også en direkte forbedring av vannkvaliteten. I praksis vil vann som renner inn i innsjøen alltid inneholde en viss mengde næringssalter slik at en må vurdere fortynningseffekten opp mot algenes evne til gjenvekst. Hvis algene kan kompensere fortynningstapet med økt vekstrate vil det ikke bli noen endring i algemengden, kanskje bortsett fra en periode på noen få dager som algene eventuelt bruker for å omstille seg til endrede vekstforhold. Det er her viktig å merke seg at typiske planktonalger kan dele seg meget ofte, og dermed vokse meget raskt, under gunstige forhold. For en algepopulasjon som deler seg annenhver dag (en ikke uvanlig delingshastighet) vil en måtte ha en teoretisk oppholdstid som er kortere enn 2 dager for at fortynningen skal kunne overvinne gjenveksten, dvs. slik at en får utvasking av algepopulasjonen. Sagt på en annen måte er gjenvekstpotensialet så stort for de algepopulasjonene som i dag skaper problemer i Vanemfjorden at en antagelig ville måtte øke vannføringen slik at hele Vanemfjorden skiftes ut i løpet av mindre enn en uke.

En teoretisk analyse (Andersen 2000) antyder at endringer i vannføring også kan ha overraskende og utilsiktede effekter. Denne modelleringen ble gjort for å vurdere hvorvidt overføring av vann fra det næringsfattige Nøkle vannet har noen betydning for tilstanden i det eutrofe Østensjøvannet i Oslo. Selv om Østensjøvann er grunnere og mer næringsrikt er det grunner til å tro at tilsvarende fenomener kan være relevante for Vansjø og Vanemfjorden. En viktig konklusjon fra Østensjøvannmodellen er at effekten av fortynning virker sterkere på dyreplankton enn på planteplankton, simpelthen fordi kompliserte flercellede dyr ikke er i stand til å vokse like fort som enkle, encellede planktonalger. Derfor rammer fortynningstapet det algespisende dyreplanktonet hardere enn det rammer algene selv, og en får det litt paradoksale resultatet at algemengden faktisk kan øke på litt lengre sikt når en øker gjennomstrømningen.

Fosforbudsjettene tyder som nevnt på betydelige interne tilførsler av fosfor fra sedimentene i Vansjø, særlig i vestre Vansjø om sommeren. I Østensjøvann får dette et mer ekstremt uttrykk ved at konsentrasjonene av totalfosfor flerdobles i løpet av sommeren, men mekanismene i de

to innsjøene har nok klare likhetstrekk, selv om eutrofieringsgraden er forskjellig. En annen viktig konklusjon fra modellstudien i Østensjøvann (Andersen 2000) er at når interne gjødslingsprosesser dominerer så har heller ikke næringssaltinnholdet i fortynningsvannet særlig stor betydning for algeveksten, så sant algemengden er kommet over en viss kritisk grense. I slike tilfeller innstiller det seg en dynamisk balanse mellom sedimenter og vann slik at hvis vannfasen fortynnes med fosforfattig vann så vil dette langt på vei kunne erstattes ved økt utlekking fra sedimentene. Under slike forhold vil en derfor vente at økt vanngjennomstrømning vil ha enda mindre effekt på algeveksten enn i innsjøer hvor næringssaltbelastningen hovedsakelig kommer fra eksterne kilder.

Virkninger av uttapping av alger i Mossesundet

Hvis uttappinger fra Vansjø skulle vise seg å bidra til at giftalger fjernes fra innsjøen vil disse algene fraktes ned Mosseelva og ut i sundet. Da vannet fra Vanemfjorden har mindre tetthet enn vannet i Mossesundet, vil dette ferskvannslaget trolig legge seg på toppen, og vil kunne skape midlertidige problemer ved badestrendene i nærheten av utløpet.

Når det gjelder fare for at giftstoffet fra toksiske alger kan spres til livet i fjorden, avhenger dette av flere faktorer. De potensielt toksiske artene av blågrønnalger som har gitt størst bekymring i Vansjø finnes ikke i sjøvann med full salinitet. I brakkvannsområder som Østersjøen har imidlertid arter av blågrønnalger som også finnes i Vansjø gitt store problemer. Hvorvidt blågrønnalger som spyles ut fra Vansjø kan overleve i Mossesundet avhenger av hvor fort og i hvilken grad ferskvannet blandes inn med sjøvann. I Dragsund (2001) og Bjerkreng og Molvær (1996) vises det til at estuarin sirkulasjon og tidevann medfører at brakkvannslaget i Mossesundet bare har en oppholdstid på 1-2 døgn. Det vil derfor være sannsynlig at ferskvannsalgene relativt raskt vil eksponeres for vann med salinitet over 10-15 promille, og under slike forhold er det sannsynlig at algene dør og at det derfor ikke produseres nye toksiner. Hvor fort de toksinene som allerede måtte være i algene kan nedbrytes avhenger av flere faktorer, slik som lys, temperatur og tilstedeværelse av beitere.

På bakgrunn av dette er det sannsynlig at det må tilføres relativt store mengder toksiske alger for at det skal ha noen særlig betydning for miljøet langs kysten, for eksempel for giftmengde i skjell.

4.3 Konsekvenser for fisk

Det er nylig utført en undersøkelse av fiskebestanden i Vansjø (Brabrand og Lien 2004). Her fremgår det at fiskesamfunn i grunne, strandnære områder består av gjedde, gjørs, abbor, hork og karpefiskene brasme, flire, mort, laue, sørv og suter (utsatt i senere tid). Det er disse grunne områdene som antas å være mest sårbare ved en eventuell endring av manøvreringsreglementet, særlig i forbindelse med uttappingsepisoder i sommerhalvåret. Slike uttappinger vil nødvendigvis medføre vannstandsendringer over relativt kort tid. Av den grunn kan tidligere undersøkelser i forbindelse med pendlingsforsøk i Øyeren benyttes til å påpeke sannsynlige virkninger av et endret reglement i Vansjø.

I Øyeren ble det høsten 1998 og 1999 gjennomført pendlingsforsøk med påfølgende fiskeundersøkelser (Brabrand 2002). Forsøkene pågikk under følgende vannstandsendringer: Vannstanden ble hevet fra normal sommervannstand på 4,9 meter til 5,2 meter i dagene før senkningen. Fra denne vannstanden ble det så foretatt en senkning over fire dager ned til 4,5 meter. Deretter ble vannstanden igjen hevet til 4,9 meter de påfølgende dager. For Vansjø er det ikke realistisk at man kan oppnå en tilsvarende heving før senkning, men uttappingen kan allikevel være representativ for en uttapping i Vansjø, dog med mindre vannstandsendringer.

Korttidshevinger og -senkninger har vesentlig innvirkning på habitatet til fisk, og de viktigste endringene skjer i gruntvannsområdene. Vegetasjonsbelter i gruntområdene er viktige for

ungel, da de her unngår predasjon fra rovfisk ute på dypt vann. Under hevingen vil vannkanten rykke inn over land og dekke nye vegetasjonsområder der disse finnes. Under senkningen i Øyeren ble det ikke observert stranding av fisk, men fisk som befinner seg på gruntvannsområder må foreta en habitatsforflytning. Den kan derfor bli mer eksponert for predasjon. Dette gjelder også for ungel av rovfisk, primært gjeddeunger, som oppholder seg på svært grunt vann mellom vegetasjon. I Øyeren ble årsunger av gjedde i hovedsak funnet på 1-5 cm dyp (Brabrand 2002). Det vil derfor primært være ungel og ungfisk (av mange arter) som vil være mest utsatt for vannstandsendringer.

Effekten av disse habitatsforflytningene på fisk vil bl.a. avhenge av hyppighet, varighet, størrelsen på nedtappingen og til hvilke tider på året dette foregår. Undersøkelsene i Øyeren viste at bestanden av unggjedde er tettest i områder med heliofyttebelter. Når disse beltene ble tørrlagte under nedtappingen skjedde det et habitatskifte for årsunger av gjedde og karpefisk, og det er sannsynlig at dette gir betydelig økt predasjon. I andre undersøkelser er det vist at fangbar gjeddebestand i stor grad er avhengig av overlevelsen til unggjedde, og her er områder med tett vegetasjon en viktig faktor.

Det har også vært reist spørsmål om gyting av karpefisk kan påvirkes av et endret manøvrering. Gytingen av karpefisk skjer i løpet av mai og juni på grunt vann, der hver art har gyting i en forholdsvis kort periode. Klekking skjer etter 5-8 dager. Unntaket når det gjelder gytetid er sørv og suter, som begge gyter forholdsvis seint, dvs. også i juli, og som også kan ha fraksjonert gyting. Rask og stor nedtapping på riktig tidspunkt, dvs. etter egglegging, kan derfor gi tørrlegging av egg. Det er imidlertid tvilsomt om dette totalt sett gir redusert karpefiskbestand, dels fordi dette er arter som primært ikke er rekrutteringsbegrenset pga. antall lagte egg, dels fordi andre arter kan få økt overlevelse pga. redusert konkurranse.

Noe av den viktigste virkningen av manøvrering på fisk på lang sikt er knyttet til i) hvordan vegetasjonssamfunnene vil respondere og ii) hvordan lysforhold/siktedyp eventuelt vil endres. Dette er to faktorer som selvsagt ikke er uavhengige av hverandre, men det er viktig å merke seg at siktedyp alene er en viktig faktor for fisk. Dersom vegetasjonssamfunnene endrer karakter (arter, sonering), vil dette kunne ha forholdsvis store virkninger på fiskebestandene. Dersom vegetasjonssamfunnene reduseres eller lysforholdene svekkes ytterligere, vil fiskesamfunnet sannsynligvis respondere ved økt forekomst av "eutrofe" arter.

Når det gjelder oppgang av ål i Mosseelva, så skjer dette vår- og forsommer, og oppgang av ål er avhengig av vannføring i Mosselva og ålelarvenes mulighet for å komme over selve damkrona. DN har i 2004 gitt pålegg om å sikre oppvandring av ål til Vansjø. Når det gjelder nedtapping antas det ikke at bestanden av ål i selve Vansjø berøres.

Av hensyn til forholdene for fisk bør det ikke gjennomføres en nedtapping i mai-juni, men om det gjennomføres en oppfylling i april/mai vil selve oppfyllingen kunne gi bedret rekruttering.

4.4 Lav sommervannstand – andre konsekvenser

Større uttapping i sommerhalvåret kan i kortere eller lengre perioder gi en relativt lavere vannstand enn ved dagens manøvreringsreglement. Under er noen av de konsekvensene dette kan medføre utredet.

Økt turbiditet

En konsekvens ved periodevis lavere sommervannstand kan være økt turbiditet, særlig på grunne områder. Ved lav vannstand kan bølgeslagsbeltet flyttes fra vegetasjonsbeltet til udekket bløtbunn, noe som gir større utsatthet for bølgeerosjon. I tillegg kan det forekomme

grunnvannserosjon langs med breddene, dvs. at stabiliteten i løsmassene endres fordi grunnvannstrykket endres. Dette er særlig sannsynlig hvis vannstandsendingene er raske og massene består av finsand, silt og leire (Løvoll *et al.* 1999).

Endringer i turbiditet har innvirkning på lysforholdene i innsjøvannet og vil derfor påvirke flora og fauna. Som tidligere nevnt har turbiditet innvirkning på fiskesamfunnene og kan gi økning i antallet eutrofe fiskearter. Oppvirling av sediment kan også bidra til å frigjøre fosfor fra bunnen av innsjøen. På den annen side vil reduserte lysforhold gi dårligere forhold for alger.

Vannuttak

Ved langvarige lave vannstander om sommeren, noe som er sannsynlig etter en uttapping etterfulgt av en godværsperiode, kan dette gi problemer for de virksomhetene som er avhengige av å ta ut vann fra nedbørfeltet. Som nevnt tidligere er Peterson Linerboard AS avhengig av et visst vanntrykk ved demningen i Moss for bruk av prosessvann. Tørkeperioder er også den tiden hvor landbruket er mest avhengig av vanning. I tillegg kommer behovet for drikkevann.

Rekreasjon

Andre konsekvenser av langvarige lave sommervannstander kan omfatte rekreasjonsaktiviteter som båttrafikk og badeplasser. Imidlertid er det av stor betydning for disse brukerinteressene at vannkvaliteten forbedres, og en eventuell bedring av algeoppblomstringen i innsjøen vil derfor kunne oppveie de negative virkningene av lavere sommervannstand.

5. Konklusjoner

5.1 Tappestrategier, hydrologiske begrensinger og muligheter

De hydrologiske beregningene viser at flaskehalsen i en uttapping om sommeren er muligheten for å få fylt opp innsjøen igjen. Særlig i tørre somre vil dette kunne bli et problem, da påfylling til en akseptabel vannstand i verste fall ikke vil skje før til høsten. Denne utfordringen kan muligens løses ved å benytte NVEs prognosetjeneste, som er tilpasset Hobøelva/Høgfoss. Tapping kan da skje noen dager før en prognosert vannføringsøkning i Hobøelva, noe som vil bedre sannsynligheten for å få fylt opp igjen innsjøen. Etter et regnvær vil imidlertid Vansjø fylles opp igjen av vann som kan inneholde større mengder partikulært materiale og næringssalter, men mye av dette vil sedimentere i Storefjorden.

Det antas derfor at den best mulige virkning av en uttapping vil kunne oppnås ved å tappe kraftig ut mot slutten av en godværsperiode, fortrinnsvis med østlig vindretning som kan hjelpe til å føre algene mot Mosseelva, og i forkant av en regnværsperiode som kan bidra til relativt rask oppfylling av innsjøen igjen.

Fordelen ved en kraftig uttapping er at det da er størst mulighet for å få en såpass god vanngjennomstrømning at alger i viker og sund også vil kunne føres ut. Imidlertid vil en kraftig uttapping ved Moss kunne gi lave vannstander ved dammen, noe som kan gi problemer for Peterson Linerboards behov for prosessvann. For denne brukerinteressen vil det derfor være en fordel om vann heller slippes i mindre mengder i løpet av sommerhalvåret.

5.2 Vannstand om våren og flomfare

Ved både en langsom og kraftig uttapping vil det være en fordel om utgangsvannstanden er relativt høy. Særlig tidlig om våren må dette tilpasses forholdene i feltet, både snømengde og vannmetning i jorda bør vurderes før vannstanden heves til et høyere nivå enn dagens sommer-HRV.

Rent bortsett fra faren for oversvømmelser vil en høy vannstand om våren uansett kunne bli problematisk for landbruket, men omfanget av dette må vurderes nærmere. Det hadde utvilsomt vært en fordel med et flomsonekart for området før en eventuell endelig endring av manøvreringsreglementet skal tre i kraft.

Det anbefales ikke å vurdere pånytt utsprengning av utløpet for å bedre tappekapasiteten; det foreslås heller at man avventer eventuelle uttestinger med nåværende uttappingskapasitet og samtidig benytter muligheten for å bruke NVEs vannførings- og flomprognoser mer aktivt i manøvreringen. Det anbefales også at det utføres en kost-nytte analyse av en utsprengning for flommer med ulike gjentaksintervaller.

5.3 Sannsynligheten for å få bedret vannkvalitet ved endret manøvrering

Vurderinger basert på fagkunnskap og erfaring hos prosjektets medarbeidere gir ikke klare indikasjoner på at det kan oppnås en forbedring av vannkvaliteten ved de foreslåtte endringene i manøvreringsreglementet. Det er imidlertid mulig at en vannutskifting vil kunne gi kortvarige forbedringer av vannkvaliteten, og særlig da i strekningen fra Vanemfjorden og ned til Moss, hvor dette er spesielt viktig for fritidsinteresser i godværsperioder. En slik forbedring vil sannsynligvis være betinget av at vannkvaliteten i Vanemfjorden er bedre enn i Mosseelva. Det må imidlertid tas høyde for at vannkvaliteten i perioden etter uttappingen både kan komme tilbake til førtilstanden, eller kanskje bli ytterligere forverret. En slik forverring kan dels skyldes at en av effektene av en uttapping vil bli mindre predasjon på

planteplankton, siden dyreplankton formerer seg langsommere og derfor vil bruke lenger tid på å "ta igjen" plante-planktonet etter en fortynning. Videre er det fare for økt utlekking av næringssalter fra sedimentene ved en vannutskifting og omrøring av vannmassene.

En uttapping kan også medføre at man får fjernet giftige alger fra vannet, og det er da en mulighet for at eventuelle nye blågrønnalger ikke vil inneholde toksiner. Den motsatte effekten kan heller ikke utelukkes, dvs. at man fjerner ikke-giftige alger som erstattes av en algeoppblomstring som inneholder toksiner. Dette skyldes at man ikke vet hvorfor noen alger produserer toksiner mens andre ikke gjør dette.

Hvis vannstandsendingene er relativt raske kan dette også forverre forholdene for ungfisk av bl.a. gjedde. Imidlertid vil vannstandsendingene sannsynligvis være relativt langsomme, og/eller sjeldne, og nedtappingen vil sannsynligvis ikke være større enn at vannvegetasjon langs land alltid vil være vanddekket. Det er derfor sannsynlig at ungfisken ikke vil ta større skade av dette.

Av fiskeribiologiske grunner bør ikke nedtappingen gjennomføres i mai-juni. Dersom det gjennomføres en oppfylling i april/mai forut for en nedtapping f.eks. i juli, vil selve oppfyllingen kunne gi bedre rekruttering for enkelte fiskearter.

5.4 Anbefalinger om andre undersøkelser enn de som er gitt i Del II

I tillegg til å undersøke en endring av manøvreringsreglementet i praksis, som skissert i Del II av denne rapporten, har det underveis i utredningen blitt pekt på to andre undersøkelser som med fordel kan utføres. Disse omfatter utvikling av flomsonekart for Vansjø og Moss; og en kost-nytte analyse av utsprengning av løpet ned mot dammen, fortrinnsvis for skadeflommer med ulikt gjentaksintervall.

6. Referanser

Andersen, T. 2000. Betydningen av gjennomstrømning for vannkvaliteten i Østensjøvann – en teoretisk vurdering. NIVA-rapport 4184-2000. 25 s.

Bjerkeng, B. og Molvær, J. 1996. Mossesundet. Virkning på vannkvaliteten ved dyputslipp fra Peterson Moss AS. NIVA-rapport 3553-96. 78 s.

Brabrand, Å. 2002. Langtidsutvikling og forvaltning av fiskesamfunn. Miljøfaglige undersøkelser i Øyeren 1994-2000. Laboratorium for ferskvannsøkologi og innlandsfiske (LFI). LFI-Rapport nr. 207-2002.

Brabrand Å. og Lien I. 2004. Fiskeribiologisk undersøkelse i Vansjø, Østfold. Laboratorium for ferskvannsøkologi og innlandsfiske (LFI). LFI-Rapport nr. 227 – 2004.

Dragsund, E. 2001. Resipientundersøkelse Mossesundet 2000/2001. DNV Teknisk Rapport 2001-1210. 36 s.

Hove P. 1986. Dreneringsintensitet. Informasjonsmøte teknikk 1986, s 81-90. Aktuelt fra Statens fagteneste for landbruket. Nr 6 1986. ISSN 0333-1121.

Lyche Solheim, A., Stålnacke, P.G., Beckmann, M., Brabrand, Å., Bjørndalen, K., Beldring, S., Andersen, T., Søndergaard, M., Annadotter, H. 2004. Restaurering av Vanemfjorden. Rapport fra workshop i juni 2004. NIVA-Rapport 4894-2004. 33 s.

Lyche Solheim, A., Vagstad, N. Kraft, P., Løvstad, Ø. Skoglund, S., Turtumøygaard, S. og Selvik, J.R. 2001. Tiltaksanalyse for Morsa (Vansjø-Hobøl-vassdraget) – Sluttrapport. NIVA-rapport 4377-2001. 104 s.

Løvoll, A., Tuttle, K. og Fritzvold, H.K. 1999. Effektregulering og grunnvannserosjon – analyser og tiltak. Effektregulering – Miljøvirkninger og konfliktreducerende tiltak, Rapp. 12, 39 s.

Morsaprojektet 2003. Handlingsplan for Morsa 2002-2005. En sammenstilling av kommunenes og landbrukets planer. 51 s

NVE 1992. Forprosjekt. Senkning av Vansjø. Vassdragsavdelingen, Vassdragsteknisk seksjon. Saksnummer 2530; Plandato 23.11.1992.

SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Statens forurensningstilsyn. Rapport 97:04.

Stålnacke, P.G., Lyche Solheim A. og Bechmann, M. 2005. Utvikling av vannkvaliteten i Vansjø og Hobøelva. En foreløpig analyse av tidsserier. NIVA Rapport 4937-2005. 30 s.

Vollenweider, R.A. 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 33:53-83.

Del II Forslag til uttesting av endret manøvreringsreglement

Det påfølgende er et forslag til hvordan virkninger av et endret manøvreringsreglement i Vansjø kan testes ut i praksis. Det er også satt opp et tentativt, uforpliktende budsjett for et slikt uttestingsprogram.

Vi er kjent med at det er planlagt andre vitenskapelige undersøkelser i Vansjø og disse bør i størst mulig grad samkjøres med de undersøkelsene som foreslås her, både for økt faglig utbytte og for kostnadseffektivitet. Vi vet også at det planlegges andre tiltak i vassdraget, noe man må være oppmerksom på for å kunne skille årsak og virkning hvis flere tiltak iverksettes samtidig.

Forsøkene bør som et minimum utføres i løpet av to somre. I 2005 vil det neppe bli anledning til å undersøke høyere vannstand om våren, da et vedtak om midlertidig endring av reglementet må følge vanlige prosedyrer med høringer og derfor neppe kan vedtas før i mai/juni. Tabell I gir et forslag til alternative manøvreringer det kan testes på. Forsøkene i 2006 bør ikke detaljplanlegges før man har fått erfaringer fra eventuelle undersøkelser i 2005.

Tabell I. Manøvreringsalternativer

Periode	Manøvrering
Juni 2005	Basert på vurderinger av vannmetning i jordsmonnet i nedbørfeltet og NVEs vannføringsprognoser for Hobøelva: Heve vannstanden 20 cm over sommer-HRV til 25,25 m o.h.
Sommer 2005	1-2 større uttappingsforsøk i løpet av sommeren, fortrinnsvis i juli og august og noen dager før NVEs prognoser sannsynliggjør nedbør/økt vannføring i Hobøelva og dermed bedret oppfyllingskapasitet. Om nødvendig slippe 15 cm under sommer LRV til 24,70 m o.h.
Vår 2006	Basert på vurderinger av snømengde og vannmetning i nedbørfeltet: Heve vannstanden tidlig i juni til 30 cm over sommer-HRV, til 25,35 m o.h.
Sommer 2006	Enten fortsette forsøkene fra sommeren 2005, eller vurdere hyppigere slipping av mindre mengder vann i godværsperioder i løpet av sommeren; fra en utgangsvannstand på 25,35 m o.h. i begynnelsen av juni. Om nødvendig slippe 15 cm under sommer LRV til 24,70 m o.h.

Tabell II og III gir en oversikt over foreslåtte undersøkelser i 2005. Praktiske undersøkelser i en innsjø som skal fange inn effekter av endret manøvrering vil være preget av en del "støy", både mht. vannstrømninger, vannkvalitet og fiskenes habitatvalg, og det er derfor en fordel om det kan gjennomføres flere forsøk. Dette vil imidlertid avhenge av meteorologiske forhold.

Når det gjelder kostnadene i Tabell III kan disse reduseres hvis man for eksempel samordner feltarbeidet for bl.a. vannstrømning og vannkvalitet. Videre bør det vurderes om feltarbeid ved fiskeundersøkelser kan samordnes med andre fiskeundersøkelser som eventuelt skal utføres sommeren 2005.

Tabell II. Undersøkelser som ikke er knyttet direkte til uttappingsforsøkene.

Fagfelt	Beskrivelse av undersøkelsen	Tentativ kostnad
Jordbruk	Kartlegging av omfanget av arealer som vil oversvømmes ved ulike vannstander gjennom befaring av lavtliggende jordbruksarealer under vårflommen og ved vannstand ca HRV. Avhengig av når undersøkelsene kan igangsettes er det mulig at denne kartleggingen må utføres under høye vannstander om høsten.	20.000
	Undersøkelse av i hvilken grad oversvømmelser vasker ut næringsstoffer fra jorda.	50.000
	Innstallering av grunnvannsrør på utvalgte arealer som vil bli påvirket av nytt manøvreringsregime. Kostnader avhenger bl.a. av utleiepriser på utstyr og antall grunnvannsrør.	40.000

Tabell III. Undersøkelser før, under og etter uttappingsforsøkene.

Fagfelt	Beskrivelse av undersøkelsen	Tentativ kostnad per forsøk*
Jordbruk	Grunnvannstand følges i flomperioder og under uttappinger.	20.000
Vannstrøm	Målinger av vannstrøm i Vansjø på utvalgte steder før og under uttappingen. Målingene vil fortrinnsvis utføres med ADCP. Kostnader inkluderer 2 dagers feltarbeid og en dags etterarbeid/rapportering.	40.000
Vannkvalitet	Konsentrasjonen av næringsstoff (N og P) og klorofyll a vil bli målt før, dagen etter og deretter noen dager etter uttappingen på utvalgte steder. Antall dager etter vil avhenge av hydrologiske forhold. Det bør tas tilstrekkelig antall prøver til at dataene kan gi statistisk signifikante resultater. Kostnadene inkluderer 3 dagers feltarbeid, laboratorieanalyser og kort rapportering.	90.000
Fisk	En fiskeribiologisk undersøkelse bør konsentreres om habitatvalg og eventuelt habitatskifte før, under og etter nedtappingen. Undersøkelsen bør basere seg på befaring og overflateobservasjon av årsyngel av karpefisk og gjedde i utvalgte områder som dekker ulike vegetasjonssamfunn. Kostnadene inkluderer 3 dagers feltarbeid og kort rapportering.	60.000
	Sum kostnader per forsøk ekskl. mva:	210.000
	Merverdiavgift 25%	52.500
	Sum kostnader per forsøk:	262.500

* Kostnader er kalkulert for én nedtapping. Det er ikke tatt høyde for kostnader ved en mer omfattende rapportering, og heller ikke til evt. møtevirksomhet eller prosjektledelse, da dette vil avhenge av hvordan oppdragsgiver velger å organisere undersøkelsene.

Vedlegg

Vedlegg 1 Referat fra informasjonsmøte 21. oktober 2004

Referat Endret manøvreringsreglement for Vansjø Torsdag 21. 10. 04 Kl. 09:00 – 11:00

Sted: Jordforsk

Tilstede:

Helga Gunnarsdøttir; Morsa-prosjektet (møteleder)
Lars Otto Hammer og Sven Martinsen (Våler kommune)
Oddvar Kristoffersen (Moss kommune)
Veslemøy Ottesen (MOVAR)
Per Arild Simonsen (Fylkesmannens Miljøvern avdeling, Østfold)
Lars-Evan Pettersson (Hydrologisk avdeling, NVE)
Nils Vagstad, NIVA/Bioforsk, Tom Andersen og Eva Skarbøvik (referent),
NIVA

Referatet sendes til:

Møtedeltakere; Egil Holmsen, Rygge kommune; representant for Råde kommune; Åge Braband, LFI, UiO.

Velkommen / Bakgrunn og økonomiske rammer for oppdraget

Prosjektleder for Morsa-prosjektet, Helga Gunnarsdøttir, ønsket velkommen og gjennomgikk bakgrunnen for prosjektet, samt sammenhengen mellom dette prosjektet og andre tiltak (planlagte og under gjennomføring) i vassdraget.

Økonomisk ramme for utredningen antydes til kr. 200 000,-. Da er ikke en evt. oppfølging med utprøving av endret manøvrering tatt med.

Finansiering for utredningen kan sannsynligvis dekkes av MOVAR, dette avklares ikke før prosjektbeskrivelse med budsjett er klar og styret i MOVAR har behandlet saken. Fylkesmannen har gitt muntlig tilsagn om at vanngebyret kan benyttes til finansieringen.

Dagens manøvreringsreglement

Per Arild Simonsen gjennomgikk manøvreringsreglementet for Vansjø. Han foreslo også at bl.a. endringer i vannuttak i Vansjø gjennom årene bør med i utredningen.

Tidligere utredning rundt bedring av uttappingskapasiteten i Mosseelva

Forslag om at NVE (v/Lars-Evan Pettersson) i den kommende utredningen ser på NVEs tidligere utredning (fra 1992), samt foretar en gjennomgang av manøvreringsreglementet bl.a. mht. flomdemping.

Diskusjon

Under er gjengitt noen momenter fra diskusjonen i stikkords form; den kommende utredningen vil gjennomgå og evt. videreutvikle disse innspillene:

Brukerinteresser:

- Det var enighet om at primærmålet er å bedre vannkvaliteten. De enkelte

brukerinteressene må derfor være forberedt på kompromisser. Brukerinteressene vil uansett ha mulighet for å uttale seg under høringen for nytt manøvreringsreglement. Det ble stilt et forslag om brukerinteressene skal delta i en evt. referansegruppe. Dette ble ikke endelig avklart men Gunnarsdøttir bekreftet at disse vil få orientering om arbeidet.

- De viktigste brukerinteressene omfatter
 - o Kraftverk
 - o Drikkevann
 - o Jordbruk (vanning, oversvømming av jordbruksarealer)
 - o Rekreasjon (bading, fiske, fritidsbåter)
- Mht. fisk: Bør bl.a. ta hensyn til gyting av karpefisk om våren, samt oppgang av ål i Morsa.
- Mht. kraft: Kraftverket har egentlig små økonomiske interesser sett i forhold til vannkraftøkonomi generelt. 600 000 – 1 mill. i inntekter årlig.
- Mht. drikkevann: Mengden uttak av vann bør stedfestes (iflg. opplysning på møtet: Det tas ut ca. 7 mill. m³ drikkevann per år, vannverket har kapasitet til ca. 17 mill. m³/år, mens rettighetene omfatter opptil 30 mill. m³/år – alt dette må verifiseres). I tillegg kommer jordbruksvanning, prosessvann, samt vann til kraftverket.
- Mht. jordbruk: Sikring mot flom og høy vannstand er viktig. Behovet for tilstrekkelig drenering av jordbruksarealer bør gjennomgås på nytt (2,50 m er satt som ”smertegrense” i nåværende reglement). NVEs utredning av 1992 bør gjennomgås og vurderes.

Hydrologiske forhold:

- Den praktiske uttestingen bør undersøke hvilke deler av sjøen som er aktive i en uttappingssituasjon. Viktig å få en oversikt over hvordan sjøen fungerer hydrologisk. Strømmålinger under uttappingsforsøk blir nødvendig.
- NVE har utarbeidet et prognoseverktøy 10 dager frem i tid for vannstand/vannføring, basert på meteorologiske data. Dette verktøyet kan evt. benyttes i en fleksibel manøvrering.
- Avhengighetskurve mellom vannstanden i Vansjø og vannføringen i elvene kan konstrueres.

Tilførsel av næringsstoffer:

- Forurensningseffekten av flommer bør undersøkes nærmere (avhenger f.eks. av om oversvømmingen medfører erosjon eller ikke).
- Diskusjon og redegjørelse om forholdet mellom nitrogen, fosfor og blågrønnalger. Enkelte blågrønnalger kan fikse nitrogen, men Microcystis, som er problematisk i Vansjø, kan ikke fikse nitrogen.

Modellering vs. praktisk uttesting av reglementet:

- Vansjø er ingen enkel innsjø å modellere. Tom Andersen refererte fra tilsvarende modellering i Østensjøvannet, hvor det ble konkludert med at fortykning gjennom støtspyling kunne komme til å forverre situasjonen (fortyning øker beskatning på de organismene som konsumerer alger, og da disse formerer seg adskillig langsommere enn algene vil effekten, kort fortalt, kunne bli en forverring av algeoppblomstringen).
- Enighet i møtet om at det ikke holder å modellere, det må praktisk uttesting til.
- Utredningen bør vurdere om praktisk utprøving/eksperimenter i Vansjø kan gjøre tilstanden midlertidig verre.
- En følsomhetsberegning på ulike uttappinger bør med i utredningen.

Innspill vedr. mulige endringer av manøvreringsreglementet:

- Rask nedtapping før helger for å bedre badevannskvaliteten bør vurderes.
- Betydningen av høy vannstand i innsjøen tidlig på sommeren bør vurderes i forhold til behovet for å hindre tidlig stagnasjon og påfølgende algevekst.
- Forskjellene ved å slippe pulser av vann eller å sørge for jevnt tilsig gjennom sommeren

- bør utredes.
- Manøvrering i tørkeepisoder bør utredes.
 - Det bør vurderes hvor fleksibelt manøvreringsreglementet bør være.
 - Utredningen bør vurdere en utviding av utløpet, men kun hvis dagens uttappingskapasitet er for dårlig.
 - Flytting av Hobøelvas utløp (Opplysninger fra tiltaksanalysen (Lycke Solheim *et al.* 2001) tyder på at dette vil kunne ødelegge Vanemfjorden, og det var enighet om at dette forslaget ikke bør utredes.)

Videre fremdrift

Konsulentene utarbeider et forslag til prosjektdokument med budsjett, som sendes til prosjektleder for Morsa-prosjektet, Helga Gunnarsdøttir.

Gunnarsdøttir undersøker om prosjektforslaget bør sendes NVEs Avdeling for konsesjon og tilsyn.

Det er Moss kommune som må søke NVE om en evt. endring av manøvreringsreglementet.
Det er også Moss kommune som må søke om en evt. uttesting av manøvreringsreglementet.

Vedlegg 2 Referat fra informasjonsmøte 1. februar 2005



Referat fra informasjonsmøte 1. februar 2005 om utredning som bakgrunn for søknad om midlertidig avvik fra manøvreringsreglement for Vansjø

Oppdragsgiver og finansiering: Moss kommune i samarbeid med de øvrige Vansjø-kommunene

Bestiller: Morsa ved Helga Gunnarsdóttir

Utredner: NIVA, NVE Hydrologisk avdeling, Universitetet i Oslo og JORDFORSK

Prosjektleder: Eva Skarbøvik NIVA

Tilstede:

Fra lokale og regionale myndigheter: Jens Terkelsen, Oddvar Kristoffersen, Inger J. Fjeldbraathen og Erik Roth Nilsen Moss kommune, Geir Flote Råde kommune, Egil Holmsen Interkommunalt landbrukskontor Rygge, Råde og Moss, Ottar Krohn, Leif R. Karlsen og Per Arild Simonsen Fylkesmannen i Østfold – miljøvern.

Fra brukerinteressene: Erling Berg MOVAR, Claus Wasenius, Petter Chr. Wilschow og Per A. Syrrist Moss brukseierforening, Arve Hansen og Øyvind Paulshus Vansjø grunneierlag, Ole-Johan Hammersborg Våler og Svinndal bondelag, Jon Arne Hersleth Råde Bondelag, Egil Arntsen Vansjø Båttforening,

Fra ansvarlig regulant: Jens Kr. Tingvold Glommen - Lågen Brukseierforening GLB

Fra konsulentene: Eva Skarbøvik NIVA, Tom Andersen UiO, Lars-Evan Pettersson NVE Hydrologisk avd og Hans Olav Eggestad JORDFORSK

Fra NVE Konesjon og tilsynsavdelingen: Rune Flateby og Gry Berg

Fra bestiller av oppdraget: Helga Gunnarsdottir Vannområdetvalget Morsa

Forfall i henhold til adresseliste på invitasjonen: Våler kommune

Velkommen

Jens Terkelsen ønsket velkommen og redegjorde for bakgrunnen for utredningen. Det vises i den forbindelse til vedlegg til møteinvitasjonen. Utredningen er kommet i stand på bakgrunn av et sterkt ønske fra lokalt hold om å prøve ut endring i nåværende manøvreringsreglement. Dette på grunn av den forverrede algesituasjonen i Vestre Vansjø og Mosselva som er til stor ulempe for brukerinteressene. NVE har i den forbindelse avklart at NVE kan gi et midlertidig avvik fra gjeldende reglement når hensikten er å gjennomføre miljøfaglige undersøkelser.

Gjennomgang av foreløpige resultater fra utredningen.

Prosjektleder Eva Skarbøvik presenterte de foreløpige resultatene fra utredningen. Det henvises til selve rapporten. For kortversjon se sammendraget.

Innspill fra salen:

Per Arild Simonsen: O₂-forholdene nedover i Mosseelva til Nesparken er stedvis dårlige, utskifting av vannet vil sannsynligvis virke positivt.

Leif R. Karlsen: Oppgang av ålen skjer i mai, juni og juli. Det trengs en lokkeflom for ålen på ca en uke.

Erling Berg: Mener presentasjonen ikke ga svar på om en endring ville bidra på en positiv måte.

Jon Arne Hersleth: Ulempene for bøndene er i all hovedsak knyttet til høy vannstand og forsinket våronn. Viktig å foreta en utsprenging i Mosseelva for å forhindre flom om våren.

Lars-Evan Pettersson: Nye prognoseverktøy gjør det enklere å styre manøvreringen om våren da snøsmeltingen styrer flommen.

Per Arne Syrrist: Bratt uttapping er meget negativ for fabrikken. De ønsker heller en jevn nedtapping.

Claus Wasenius: Da det ble tappet ut sommeren 2004 ble forholdene bedre i noen dager men algene ble liggende igjen i bakevjer.

Ole Hammersborg: Relativt store arealer i nærheten av Hobølelvas utløp kan bli oversvømmet.

Rune Flateby: Det har vært mye diskusjon rundt muligheten for å bedre forholdene med å endre reglementet i mange år. Det kan være viktig å teste ut endringer i f eks 2 år. På bakgrunn av søknad/høring vil NVE sette eventuelle forutsetninger for uttestingen som kan redusere ulempene.

Øyvind Paulshus: Strømningsforholdene i Årvoldfjorden er endret i løpet av det siste 10-året.

Per Arne Syrrist: Brukseierforeningen er bekymret i forhold til effekten av utslipp av giftige alger i Mossesundet. SFT tok kontakt i fjor etter klager fra befolkningen.

Helga Gunnarsdottir: Det er viktige at statlige etater samordner sitt syn. SFT har i brev til Morsa og MD uttrykt støtte til uttesting av nytt reglement. Hun ba deretter NVE om å informere om de muligheter som ligger i nytt prognoseverktøy som ikke eksisterte da reglementet ble laget.

Lars-Evan Pettersson: NVE kan i dag lage 10 dagers prognoser for vannføringen i Hobølelva og resten av vassdraget ut i fra prognoser fra Meteorologisk institutt.

Rune Flateby: Det finnes helt andre verktøy i dag enn da manøvreringsreglementet ble fastsatt. Det er også blitt mer tydelig at andre brukerinteresser er viktige i dag en de som var styrende da reglementet ble fastsatt i 1983. GLB som nå styrer manøvreringen har et moderne verktøy som er til stor hjelp for å forebygge flommer etc. Han opplyste videre at når hensikten er miljøfaglige undersøkelser så kan NVE innvilge fravik fra gjeldende reglement. Saksgangen er at Moss kommune søker NVE. NVE sender søknaden ut på 30 dagers høring til alle berørte. Avhengig av konfliktnivået kan saken avklares relativt raskt.

Erik Roth-Nilsen: De politisk ansvarlige er under så hardt press fra innbyggerne at en er villig til å prøve nær sagt hva som helst. De forurensede har et budskap til de som forurenser.

Egil Holmsen: Hva slags erstatning kan bøndene få for eventuell avlingssvikt?

Rune Flateby: Det er viktig at søker avklarer privatrettslige forhold. Dette ligger utenfor NVEs ansvarsområde. Dette kan gjøres ved for eksempel å inngå avtaler med berørte rettighetshavere.

Konsulentene besvarte og noterte innspillene og flere av de forhold som ble tatt opp under møtet er bakt inn i den endelige rapporten.

Moss, 15. februar 2005

Helga Gunnarsdóttir